



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JOUNI MARTTILA

TUOTETIEDONHALLINNAN JA TOIMINNANOHJAUKSEN
INTEGRAATIO

Diplomityö

Tarkastajat:
professori Asko Ellman
yliopistonlehtori Antti Pulkkinen
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Teknisten tieteiden
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
6. huhtikuuta 2016

TIIVISTELMÄ

JOUNI MARTTILA: Tuotetiedonhallinnan ja toiminnanohjauksen integraatio

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 76 sivua, 12 liitesivua

Kesäkuu 2016

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotekniikka

Tarkastajat: professori Asko Ellman, yliopistonlehtori Antti Pulkkinen

Avainsanat: järjestelmäintegraatio, tuotetiedonhallinta, toiminnanohjaus, muutoksenhallinta

Järjestelmäintegraation luominen on toimintatapa, jonka avulla manuaalisesti suoritettuja ja tiedonsiirtoprosesseja muokataan automatisoiduiksi järjestelmienvälisiksi prosesseiksi. Menetelmän avulla pystytään vähentämään työntekijöiden työmäärää, parantamaan järjestelmissä hallittavan tiedon laatua ja nopeuttamaan liiketoimintaprosesseja. Järjestelmäintegraatio voidaan luoda useiden eri järjestelmien välille yrityksen tarpeiden mukaisesti.

Tämän diplomityön tavoitteena oli suunnitella tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän välinen järjestelmäintegraatio asiakasyritykselle. Lähtötilanteessa yrityksen käytössä olevat järjestelmät toimivat erillisinä kokonaisuuksina ja niiden välinen tiedonsiirto suoritetaan täysin manuaalisesti. Manuaalinen tiedonsiirto halutaan korvata automatisoidulla prosessilla, joka vähentää kaksinkertaista työmäärää ja lisää järjestelmien välistä nimiketiedon laatua. Diplomityössä järjestelmäintegraatio on suunniteltu sekä tällä hetkellä käytössä olevaa, että tulevaisuudessa käyttöön otettavaa toiminnanohjausjärjestelmää varten. Työssä suunniteltu järjestelmäintegraatio perustuu nimikkeiden ja tuoterakenteiden integroimiseen kahden järjestelmän välillä.

Järjestelmäintegraation suunnittelun taustalla vaikuttava teoria käsittelee järjestelmäintegraation toteutustapoja, integroitavien järjestelmien toimintaperiaatteita ja tietosisältöä sekä muutoksenhallintaa. Diplomityön tutkimusosuus on jaettu järjestelmien nykytilanteen selvitykseen, kehitysehdotusten laatimiseen ja vaatimusten tutkimiseen sekä integraation toiminnalliseen testaukseen. Kehitysehdotuksia luodessa huomioitiin myös nykyisen tuoterakenteen ongelmakohdat ja niitä kehitettiin integraation vaatimusten mukaisesti. Tutkimuksessa käytetty materiaali on hankittu järjestelmävalmistajien ohjelmateriaaleista ja järjestelmien käyttäjiä haastattelemalla.

Integraation toiminnallinen tutkimus on suoritettu järjestelmien testiympäristöjen välillä. Tutkimuksen tarkoituksena oli varmistua työssä kehitetyn integraation toimivuudesta nykyisen ja kehitetyn tuoterakenteen osalta. Toiminnallinen tutkimus suoritettiin yhteistyössä asiakasyrityksen yhteistyökumppanin kanssa.

Tutkimuksen perusteella järjestelmäintegraatio voidaan luoda nykyisen ja kehitetyn tuoterakenteen avulla käytössä olevaan sekä tulevaisuudessa käyttöön otettavaan toiminnanohjausjärjestelmään. Tuoterakenteen kehittäminen ei ole integraation kannalta välttämätöntä, mutta konfiguroitavan tuoterakenteen käyttöönotto helpottaa integraatiota, muutostenhallintaa sekä tuotesuunnittelun että tuotannon toimintaa tulevaisuudessa.

ABSTRACT

JOUNI MARTTILA: Integration between product data management and enterprise resource planning

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 76 pages, 12 Appendix pages

June 2016

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Production Engineering

Examiners: Professor Asko Ellman, University Lecturer Antti Pulkkinen

Keywords: system integration, product data management, enterprise resource planning, change management

Creating system integration is a procedure which changes manually performed data transfers to automated processes between two or multiple systems. Method decreases the workload of employees, improves the quality of product data in integrated systems and accelerates business processes.

Objective of this thesis was to design system integration between product data management (PDM) and enterprise resource planning (ERP) for the client company. In the beginning ERP and PDM systems of the company worked as separate entities and data transfers were performed manually. Manual data transfer is replaced with automated process which reduces duplicated work and increases the quality of product data. In this thesis the system integration has been designed for currently used ERP and also for the system which will be taken into use in the future. The system integration will be based on item and product structure integration between two systems.

Theory chapter before the designing of system integration contains system integration implementation methods, principles and data content of integrated systems as well as theoretical background of change management. Research of thesis has been divided into three sections. Sections are report of the current situation, drafting of development proposals and functional testing of system integration. Current product structure contained problem areas which were taken into account during the development process. Material to the research was acquired from instruction materials of system manufacturers and from interviews with users of the systems.

Functional testing of system integration has been performed between test environments of the systems. The aim of testing was to ensure that designed system integration works with both existing and developed product structure. Functional testing was carried out in collaboration with cooperation partner of the client company.

According to the research the system integration can be created with existing and developed product structure to both currently and into future used ERP-systems. The development of product structure is not necessary but configurable product structure simplifies system integration, change management as well as it makes product designing and production operations easier in the future.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on laadittu AGCO Power Oy:n tuotekehitysosastolle keväällä 2016. Diplomityössä on selvitetty järjestelmäintegraation vaatimukset käytössä olevan tuotetiedonhallintajärjestelmän ja nykyisen sekä tulevaisuudessa käyttöönotettavan toiminnanohjausjärjestelmän välille. Työn selvityksen tarkoituksena on helpottaa integraation muodostamista toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Työn tutkimusosuus on suoritettu yhteistyössä Valtra Oy:n kanssa. Työ on laadittu konetekniikan koulutusohjelmassa tuotantotekniikan pääaineopintoihin.

Haluan kiittää Agco Powerin suunnittelupäällikkö Pentti Ala-Maakalaa mahdollisuudesta mielenkiintoisen diplomityön tekemiseen sekä järjestelmäinsinööri Petri Kivelää työhön liittyvästä ohjauksesta ja neuvoista. Kiitos myös Valtra Oy:n järjestelmäinsinööri Jari Sairaselle haastatteluista ja yhteistyöstä testiosuuden aikana sekä kiitos Visma Software Oy:n Jorma Rauniolle ja Esko Hakalalle haastatteluista järjestelmäintegraatioon liittyen. Tahdon myös kiittää professori Asko Ellmannia ja yliopiston lehtori Antti Pulkista diplomityön ohjauksesta ja tarkastamisesta. Suuri kiitos kuuluu vaimolleni Susannalle, vanhemmilleni sekä kavereilleni diplomityön ja yliopisto-opiskelun aikaisesta kannustuksesta ja taustatuesta.

Diplomityö on omistettu pojalleni Topiakselle, joka syntyi diplomityön kirjoittamisen aikana keväällä 2016.

Tampereella, 17.5.2016

Jouni Marttila

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	YRITYSESITTELY	3
3.	TIETOJÄRJESTELMÄT	4
3.1	Tuotetiedonhallintajärjestelmä	5
3.1.1	Nimikkeen ja nimiketietojen hallinta	7
3.1.2	Nimikkeen tilan ja elinkaaren hallinta	9
3.1.3	Tuoterakenteen hallinta ja konfigurointi	10
3.1.4	Järjestelmän muut objektit	15
3.2	Toiminnanohjausjärjestelmä	16
3.2.1	SAP toiminnanohjausjärjestelmän nimikehallinta	18
3.3	Muutosten hallinta	21
3.3.1	Nimikkeen muutosten hallinta	23
3.3.2	Tuoterakenteen muutosten hallinta	24
3.3.3	Muutosten hallinnan muutosprosessi ja työnkulku	25
3.4	Järjestelmäintegraatio	27
3.4.1	Siirtotiedosto	30
3.4.2	Tietokantaintegraatio	32
4.	TUTKIMUSMENETELMÄT	34
4.1	Haastattelututkimus	34
4.2	Toimintatutkimus	35
5.	JÄRJESTELMÄINTEGRAATIO	36
5.1	Järjestelmän nykytilanne ja integraation tavoitteet	37
5.2	Nimike Windchill tuotetiedonhallintajärjestelmässä	40
5.3	Tuoterakenteiden kehittäminen ja konfigurointi	42
5.3.1	Optioiden luominen tuotetiedonjärjestelmässä	45
5.3.2	Tuotevarianttien konfigurointi tuotetiedonhallintajärjestelmässä	46
5.3.3	Tuotevarianttien konfigurointi toiminnanohjausjärjestelmässä	47
5.3.4	Konfiguroitavan suunnittelurakenteen luominen	50
5.4	Muutostenhallinnan vaatimukset järjestelmäintegraatiolle	52
5.4.1	Muutosilmoituksen sisältö	53
5.4.2	XML-tiedoston tietosisällön määrittäminen	54
5.5	SAP toiminnanohjausjärjestelmän integrointi	56
5.5.1	SAP integraation toiminnallinen tutkiminen	58
5.6	Keybox toiminnanohjausjärjestelmän integrointi	63
6.	TULOKSET	67
6.1	Järjestelmien integrointi	67
6.1.1	SAP ECC toiminnanohjausjärjestelmän integrointi	68
6.1.2	Keybox toiminnanohjausjärjestelmän integrointi	69
6.2	Tuoterakenteen vaikutus integraatioon	70

6.3	Integraation välilliset hyödyt.....	71
7.	YHTEENVETO	72
	LÄHTEET.....	75

LIITE A: MOOTTORIKOMPONENTTIEN NIMIKKEIDEN LUOKITTELU

LIITE B: SIIRTOTIEDOSTOJEN MÄÄRITTELYTAULUKKO

LIITE C: ATTRIBUUTTIEN VERTAILUTAULUKOT

LIITE D: SAP-INTEGRAATION TUTKIMUSRAPORTTI

LIITE E: WINDCHILL – KEYBOX HAASTATTELURAPORTTI

LYHENTEET JA MERKINNÄT

API	engl. Application Programming Interface, ohjelmistorajapinta
APS	engl. Advanced Planning System, tuotannonohjauksen hienokuormitusohjelmisto
BOM	engl. Bill Of Materials, osaluettelo
CAD	engl. Computer-Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
CRM	engl. Customer Relationship Management, asiakkuuksien hallinta
CSV	engl. Comma-Separated Values, tiedostomuoto, jossa taulukkotietoa tallennetaan tekstitiedostoon
EAI	engl. Enterprise Application Integration, yrityksen sisäinen integraatio
eBOM	engl. Engineering Bill of Materials, suunnittelurakenne
ECA	engl. Engineering Change Analysis, muutosarviointi
ECC	engl. Enterprise Central Component, SAP toiminnanohjausjärjestelmän konfiguroitavissa oleva perusratkaisu
ECM	engl. Engineering Change Management, suunnittelumuutosten hallinta
ECN	engl. Engineering Change Notification, muutosilmoitus tai suunnittelumuutoksen ilmoitus
ECO	engl. Engineering Change Order, muutomääräys
ECR	engl. Engineering Change Request, muutospyyntö
EPR	engl. Engineering Problem Report, ongelmaraportti
ERP	engl. Enterprise Resource Planning, toiminnanohjaus
gBOM	engl. Generic Bill of Materials, geneerinen eli yleinen osarakenne
mBOM	engl. Manufacturing Bill of Materials, valmistusrakenne
MCN	engl. Manufacturing Change Notice, tuotannon muutostiedote
MES	engl. Manufacturing Execution System, tuotannon- ja valmistuksenohjausjärjestelmä, joka toimii linkkinä toiminnanohjausjärjestelmän ja tehdasautomaation välillä.

MRP	engl. Material Requirements Planning, tuotantoaikataulun ja materiaalivirtojen laskenta.
MRP II	engl. Manufacturing Resource Planning, tuotannon resurssien suunnittelu
PDM	engl. Product Data Management, tuotetiedonhallinta
PDR	engl. Product Discrepancy Report, ongelmaraportti
PLM	engl. Product Lifecycle Management, tuotteen elinkaaren hallinta
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmiin erikoistunut yritysohjelmistojen valmistaja
sBOM	engl. Service Bill of Material, jälkimarkkinoinnin käyttämä osaluettelo
SCM	engl. Supply Chain Management, toimitusketjunhallinta
SOAP	engl. Simple Object Access Protocol, yksinkertaisen tietoliikenne-protokolla
SRM	engl. Supplier Relationship Management, toimittajasuhteiden hallinta
super eBOM	engl. Super engineering Bill of Material, osaluettelo, joka sisältää useiden eri moottorimallien vaatimat nimikkeet
XML	engl. Extensible Markup Language, rakenteellinen kuvauskieli, joka auttaa jäsentämään laajoja tietomassoja selkeämmin (Wikipedia)

1. JOHDANTO

Kappaletavaratuotantoon perustuvan yrityksen toiminta vaatii useiden eri osastojen työpanoksen. Tuotanto, tuotekehitys, tuotehallinta, logistiikka, hankinta ja jälkimarkkinointi työskentelevät samojen tuotteiden ja komponenttien parissa. Eri osastot vaativat komponenteilta erilaista informaatiota, jotta vaadittava työtehtävä voidaan suorittaa. Yhteisten nimikkeiden, mutta erilaisten käyttötarkoitusten takia suurta tietomäärää hallinnoidaan useiden eri tietojärjestelmien avulla. Tuotetiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän yhteistoiminta tehostaa yrityksen dokumentointia, muutoksenhallintaa, tiedon jäljitettävyyttä sekä tiedonsiirtoa eri osastojen välillä. Järjestelmien välisen yhteyden luomista kutsutaan järjestelmäintegraatioksi. Järjestelmäintegraation avulla manuaalinen tiedonsiirto saadaan automatisoitua ja työ suoritettua yhden järjestelmän välityksellä muihin järjestelmiin. Järjestelmien synkronoiminen vähentää kaksinkertaista työmäärää ja parantaa tiedon laatua, koska ristiriitaisen tiedon syöttäminen järjestelmiin vähenee.

Diplomityö on valmistettu osaksi AGCO Power Oy:n tuotekehitysosaston tuotetiedonhallinnan kehitysprojektia. Projekti on käynnistynyt keväällä 2015 ja sen tarkoituksena on yhtenäistää globaalin AGCO – konsernin alaisuudessa toimivien tuotekehitysyksiköiden tuotetiedonhallinta. Tuotetiedonhallinnan yhtenäistämisen avulla pystytään kehittämään ja helpottamaan tuoterakenteiden jakamista sekä muutoksenhallintaa eri yksiköiden välillä. Projektin ensimmäinen vaihe AGCO Powerilla suoritettiin kesällä 2015, jolloin tuotetiedonhallintajärjestelmään tehtiin nimikemigraatio toiminnanohjausjärjestelmästä. Migraation jälkeen nimikkeiden hallinta eri järjestelmissä on ollut manuaalista ja toisistaan riippumatonta. Tästä syystä nimikkeiden ylläpitäminen synkronoituna eri järjestelmien välillä on haastavaa. Diplomityön tarkoituksena on selvittää järjestelmäintegraation vaatimukset ja toteutustapa, jonka avulla järjestelmäintegraatio saadaan tulevaisuudessa toteutettua.

Työn taustalla vallitseva teoria perustuu pääosin tuotetiedon hallintaan sekä tuotteen muutoksenhallintaan. Työssä käsiteltyjä teoreettisia aiheita ovat nimikkeen ja tuoterakenteen luominen, muutoksenhallinta ja järjestelmäintegraatio. Näitä teorioita soveltamalla luodaan prosessikuvaukset, jotka mahdollistavat integraation rakentamisen käytössä olevien järjestelmien välille. Tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän välisen integraation luominen perustuu tässä diplomityössä pääosin nimikkeiden luontiin, rakenteiden muodostamiseen ja muutoksenhallintaan. Kaikki edellä mainitut toimenpiteet suoritetaan muutoksenhallinnan kautta toiminnanohjausjärjestelmään, koska AGCO -konsernin globaali järjestelmä rajoittaa käyttöön soveltuvia integraatiomalleja.

Diplomityön tarkoituksena on löytää innovatiivisia ja toimeenpantavia ratkaisuja työn tutkimuskysymykseen: *Kuinka tuotetiedonhallintajärjestelmä saadaan integroitua toiminnanohjausjärjestelmään mahdollisimman tehokkaasti?* Tutkimuskysymystä voidaan syventää etsimällä ratkaisuja alakysymyksiin.

1. Mitä vaatimuksia eri järjestelmillä on järjestelmäintegraation muodostamisen kannalta ja kuinka integraatio kannattaa suorittaa?
2. Miten tuoterakenne vaikuttaa käytettävissä olevaan järjestelmäintegraatioon?
3. Minkälaisia välillisiä hyötyjä järjestelmäintegraatio tuo yrityksen toimintaan?

Ratkaisuja on pyritty etsimään kirjallisuus-, haastattelu- sekä toimintatutkimuksen avulla. Kirjallisuustutkimusta käytetään työn teoreettisen taustan selvityksessä. Kirjallisuustutkimus luo perusteet haastattelututkimukselle, jonka avulla selvitetään eri ohjelmistovalmistajien vaatimukset järjestelmäintegraation luomiselle. Lisäksi haastattelujen avulla selvitetään eri osastojen vaatimukset nimiketiedolle ja muutostiedotteelle. Diplomityön lopputuloksen kannalta oleellisin tutkimusmenetelmä on toimintatutkimus. Toimintatutkimus perustuu pääosin reaaliaikaisen tiedon selvitykseen ja käytännön kokeiluun. Diplomityön tavoitteena on luoda selvitys toimintamenetelmästä, joka ratkaisee tutkimusongelman. Lisäksi tavoitteena on järjestelmäintegraation luominen harjoitustietokannassa. Onnistuneen harjoitusintegraation jälkeen virallisen integraation luominen tuotantoympäristöön sisältää pienemmän riskin ja on suoritettavissa mahdollisimman lyhyen järjestelmäkatkon aikana. Onnistunut järjestelmäintegraatio AGCO Powerilla vähentää suunnittelijoiden tekemää kaksinkertaista työtä, parantaa tiedon laatua ja jäljitettävyyttä, sekä tehostaa yrityksen sisäistä muutoksenhallintaa.

Diplomityö on jaettu seitsemään erilliseen lukuun. Ensimmäisessä luvussa johdatetaan lukija työssä käsiteltyyn aiheeseen ja annetaan yleiskatsaus työn sisältämästä tutkimuksesta. Diplomityön toinen luku esittelee työn teettäneen asiakasyrityksen ja kertoo yleisesti yrityksen toiminnasta. Kolmas luku käsittelee teoriaa tuotetiedonhallintajärjestelmän tärkeimmistä objekteista, muutoksenhallinnasta, toiminnanohjausjärjestelmän nimiketoiminnasta sekä järjestelmäintegraatiosta. Luvun tarkoituksena on luoda lukijalle yleiskäsitys tutkimuksen taustalla vaikuttavasta teoreettisesta perustasta. Luvussa neljä käsitellään työssä käytettyjä tutkimusmenetelmiä ja analysoidaan aineistoa, jonka avulla tutkimuksen tavoitteet on pyritty saavuttamaan. Luku viisi esittelee työssä suoritettujen tutkimuksen lähtökohdat ja yrityksen tämänhetkisen tilanteen. Lisäksi luvussa määritetään tarkemmin diplomityön tutkimusosuuden tavoitteet. Luvussa kuusi esitetään vastaukset työssä käsiteltyyn tutkimusongelmaan sekä ongelman alakysymyksiin. Työn yhteenveto ja johtopäätökset on esitetty luvussa seitsemän.

2. YRITYSESITTELY

AGCO Power on vuodesta 1942 Nokian Linnavuoressa toiminut dieselmoottoritehdas. Tehtaan on perustanut Suomen Puolustusministeriö, jonka jälkeen se on toiminut useilla eri toiminimillä, kuten Valmet, Sisu ja Sisu Diesel. Yrityksen päätuotteita ovat työ-konekäyttöön valmistetut off road -moottorit. Tehtaan valmistuskapasiteetti on 38 000 dieselmoottoria vuodessa ja tehtaan palveluksessa työskentelee noin 700 henkilöä. Linnavuoren toimipisteen liikevaihto oli vuonna 2014 noin 265 miljoonaa euroa. Liikevaihto koostui moottorien, varaosien, hammaspyörien ja dieselgeneraattorien myynnistä. (AGCO Power 2015)

AGCO Powerin moottorituoteperhe rakentuu 3, 4, 6, 7 ja 12 – sylinterisistä moottorimalleista. Moottorit luokitellaan litratilavuuden mukaisesti kahdeksaan eri tilavuusluokkaan. Tilavuusluokkia ovat 3.3l, 4.4l, 4.9l, 6.6l, 7.4l, 8.4l, 9.8l sekä 16.8l. Eri litratilavuudet rakentuvat sylinterien lukumäärää, iskunpituutta ja männän halkaisijaa muuttamalla. Moottorien rakenne on suunniteltu mahdollisimman modulaariseksi, jolloin samoja pääkomponentteja pystytään käyttämään useissa eri moottorimalleissa moottoritulavuudesta riippumatta. Pääkomponentteja ovat esimerkiksi sylinterikannet, hammaspyöräkotelot ja vauhtipyöräkotelot. Tuotannossa olevien moottorimallien tehoalue on 50–500 kilowattia ja moottorit täyttävät Euroopan Stage 4 ja Yhdysvaltojen Tier IV Final – päästövaatimukset. Päästövaatimukset saadaan täytettyä urearuiskutuksen sekä pakokaasun takaisinkierätyksen avulla. (AGCO Power 2015)

Dieselmoottoreiden lisäksi Linnavuoren tehtaassa valmistetaan hammaspyöriä, akseleita ja vaihteistoja. Osa valmistettavista komponenteista tuotetaan omaan moottorituotantoon, mutta tehtaassa valmistetaan komponentteja myös ulkoisille asiakkaille. Lisäksi tehtaassa koneistetaan sylinteriryhmät, sylinterikannet sekä hammaspyöräkotelot omaa tuotantoa varten. AGCO Powerin tuotteisiin kuuluvat myös dieselgeneraattorit ja pumppuyksiköt, jotka valmistetaan GenPowex tuotemerkillä Tampereen Tesomalla. GenPowexin valmistamia dieselgeneraattoreita käytetään vara- ja päävoimalaitoksina. Dieselpumput toimivat pääasiassa sprinkleri- ja palopumppujärjestelmissä. (AGCO Power 2015)

Linnavuoren tehtaan lisäksi AGCO Power valmistaa moottoreita Brasiliassa Mogi das Cruzesissa, Kiinassa Changzhoussa ja Argentiinassa General Rodriguezissa. Brazilian tehdas on perustettu vuonna 2000 ja vuonna 2014 Brasiliassa valmistettiin 18 354 dieselmoottoria. Kiinan tehdas on perustettu vuonna 2012 ja vuonna 2014 Changzhoussa valmistettiin 9247 moottoria. Tehtaissa valmistettujen moottoreiden suunnittelusta vastaa Linnavuoren tehtaan tuotekehitysosasto. (AGCO Power 2015)

3. TIETOJÄRJESTELMÄT

Järjestelmäintegraation muodostaminen perustuu tässä diplomityössä kahden eri järjestelmän väliseen nimikeintegraatioon. Tutkimuksen kannalta on oleellista ymmärtää työssä käsiteltyjen järjestelmien toimintatapa erilaisten objektityyppien ja tietomallien hallinnassa. Teoriaosuuden on tarkoitus luoda ymmärrys, jonka perusteella integraatio-prosessista saadaan mahdollisimman tehokas. Lisäksi teoriaosuuden perusteella pystytään perustelemaan työn tutkimusvaiheessa suoritettuja valintoja. Tietojärjestelmäkappale pohjautuu kirjallisuustutkimukseen.

Työn järjestelmäintegraatio luodaan tuotetiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän välille. Tuotetiedonhallintajärjestelmän taustatiedoksi tulee ymmärtää mitä tarkoitetaan termillä tuotetiedonhallinta. Tuotetiedonhallinta eli PDM (Product Data Management) tarkoittaa valmistettavan tuotteen järjestelmällistä ja prosessienmukaista hallinta- ja kehitystapaa. Sen avulla pystytään hallitsemaan tietoa, joka vaaditaan tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Tuotteen elinkaaren vaiheita ovat esimerkiksi suunnittelu, valmistus, testaus ja käyttö. Elinkaarenhallinnan pääajatuksena on luoda prosessi, jonka avulla tuote saadaan menestyksekkäästi kehitys- ja asiakasprosessien läpi. Asiakasprosessi sisältää tuotteessa tapahtuvat vaiheet tilauksen ja toimituksen väliseltä ajalta. Sääksvuori & Immonen (2002) mukaan tuotetiedonhallinnan sisältämä tuotetieto voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, jotka ovat tuotteen määrittely-, elinkaari- ja metatiedot. Tuotteen määrittelytiedot ovat tuotteen fyysisiä ja toiminnallisia ominaisuuksia, jotka auttavat tuotteen teknisten tietojen ymmärtämisessä. Elinkaaritiedot antavat tietoa tuotteen elinkaaren eri vaiheista ja metatieto kertoo millaisessa tietomuodossa informaatio on tietovarastossa. Martion (2015) mukaan vuonna 2015 tuotetiedonhallinnasta puhuttaessa käsitellään usein PLM (Product Lifecycle Management) termiä eli tuotteen elinkaaren hallintaa. Tuotteen elinkaaren hallinta huomioi tuotteen eri vaiheet suunnittelusta tuotannon käyttöönottoon, huoltoon sekä lopulta käytön loppumiseen. Tässä työssä tuotetiedonhallinnasta käytetään PDM käsitettä, mutta työssä huomioidaan myös tuotteen elinkaarenhallinnan vaatimuksia. (Martio 2015, Sääksvuori & Immonen 2002)

Tuotetiedonhallinnan merkitys kasvaa yrityksen koon, kansainvälisen toiminnan ja alihankintaverkoston kasvaessa. Suuren organisaation sisällä eri työ ja projektiryhmät hyödyntävät yhteisen lopputuotteen vaatimaa informaatiota ja dokumentteja. Edistyneen tuotetiedonhallinnan avulla tieto saadaan jaettua eri toimijoiden kesken nopeasti, virheettömästi ja ilman ylimääräistä työtä. Tuotetiedonhallinnan lyhenne PDM yhdistetään usein tuotetiedonhallintajärjestelmään. Todellisuudessa PDM-termillä tarkoitetaan toiminnallista ja systemaattista menetelmää, jonka avulla hallitaan tuotetietoa. Tuotetiedonhallinnan vaiheita ovat esimerkiksi tiedon luominen, käsittely, jakelu sekä tallennus.

Tuotetiedonhallinnan käyttöönotossa menetelmät tulee suunnitella yrityksen prosessien mukaisesti, jotta toiminnasta saadaan mahdollisimman sujuvaa. Käyttöönotto vaatii usein yrityksen prosessien muokkaamista ja kehittämistä haluttujen toiminnallisuuksien saavuttamiseksi. (Sääksvuori & Immonen 2002)

Toiminnanohjaus pohjautuu toimintoperusteiseen ajatteluun, jonka mukaan yrityksen toimintaa pyritään mallintamaan prosessien avulla. Prosessit ovat toimintoja, joiden avulla tuotannontekijät saadaan muutettua hyödykkeiksi ja palveluiksi. Davenportin (1998) mukaan toiminnanohjausjärjestelmän eli ERP-järjestelmän (Enterprise Resource Planning) avulla pyritään integroimaan yrityksen erilliset toiminnot yhden järjestelmän avulla hallittavaksi kokonaisuudeksi. Toiminnanohjausjärjestelmää hyödyntävät yrityksissä esimerkiksi myynti ja markkinointi, valmistus, osto, taloushallinto sekä varastonhallinta. Toiminnanohjausjärjestelmä koostetaan aina moduuleista yrityksen prosessien ja tarpeiden mukaan, jotta järjestelmä tukee yrityksen toimintatapoja mahdollisimman tehokkaasti. (Stevenson 2011)

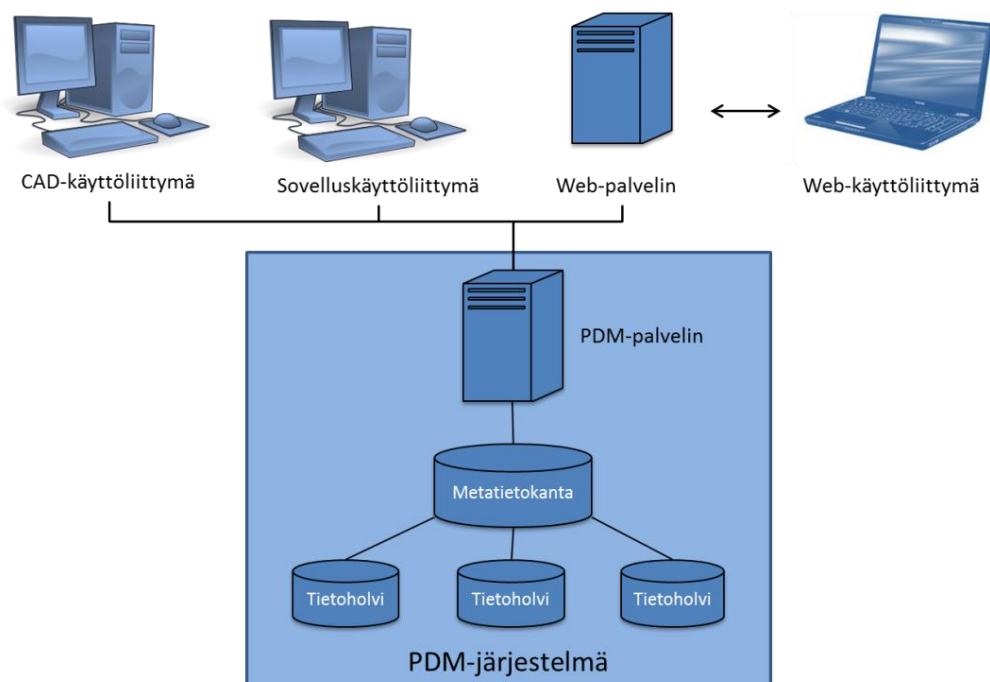
Luvuissa 3.1 – 3.4 käsitellään PDM- ja ERP- järjestelmien toimintaperiaatteita sekä järjestelmien käsittelemien nimikkeiden ja tuoterakenteiden ominaisuuksia. Luvuissa esitellään myös objektien muutoksenhallintaprosessin, muutoksenhallinnan työkulun teoriaa sekä järjestelmäintegraation erilaisia malleja.

3.1 Tuotetiedonhallintajärjestelmä

Tuotetiedonhallintajärjestelmä eli PDM-järjestelmä on yrityksen käyttöön suunniteltu tietojärjestelmä, jonka tarkoitus on yhdistää valmistettavaan tuotteeseen liittyvät toiminnot sekä prosessit yhden järjestelmän hallintaan. Toimivimmillaan järjestelmään on yhdistettynä yrityksen tuotteisiin liittyvä tuotetieto sekä käytössä olevat liiketoimintaprosessit. Tällaisessa tilanteessa järjestelmää voisi hyödyntää kaikki organisaation sisäiset tuotetietoa hyödyntävät toiminnot, jolloin PDM-järjestelmä integroisi kaikki yrityksen käytössä olevat tietojärjestelmät yhdeksi kokonaisuudeksi. Järjestelmään voidaan sisällyttää tuotteiden ja tuoterakenteiden hallinnan lisäksi muun muassa tuotteen elinkaaren hallinta, muutoksenhallintaprosessit, dokumenttienhallinta, tuotekonfiguraattorit sekä projektien hallinta. Toiminnot on rajoitettu käyttöoikeuksien avulla, jolloin tietyt käyttäjäryhmät pystyvät toteuttamaan vain tietyt sovelluskohteet ja toiminnot. Tällä hetkellä PDM-järjestelmää käytetään pääasiassa tuotekehityksen työympäristössä. Tuotetiedonhallintajärjestelmän tarkoituksena on tehdä päivittäisistä työtehtävistä kuten tiedon luomisesta, säilyttämisestä, tallentamisesta, hakemisesta ja uudelleen käyttämisestä mahdollisimman vaivattomia. Tiedonhallinnan merkitys korostuu etenkin suuren organisaation ja nopeasti muuttuvien tuotteiden kohdalla. Järjestelmässä uudet nimikkeet ja muutokset saadaan kaikkien toimijoiden nähtäville, jolloin kaikki työskentelevät samojen mallien ja versioiden kanssa. Tämä auttaa esimerkiksi tiedon laadun säilymisessä. (Crnkovic et al. 2003, Sääksvuori & Immonen 2002)

Sääksvuori & Immonen (2002) mukaan PDM-järjestelmäarkkitehtuuri koostuu yleisesti kolmesta pääkomponentista, jotka ovat PDM-tietokanta, tietoholvit sekä ohjelmistosovellukset, joiden kautta käyttäjä hallitsee järjestelmän sisältämää tietoa. PDM-tietokanta sisältää tiedon järjestelmässä vallitsevista säännöistä, tietojen järjestelytavoista, käyttäjähallinnasta sekä metadatasta. Tietokannan tarkoituksena on ylläpitää koko järjestelmän rakennetta. Tietoholvit ovat tiedontallennukseen tarkoitettuja järjestelmällisiä tallennuspaikkoja, jotka sisältävät tuotetietoa. Tietoholvien sisältämää tuotetietoa ovat esimerkiksi CAD-mallit ja dokumentit. (Crnkovic et al. 2003)

Tietoholvissa voidaan käyttää tuotetiedon virallista tiedostoa tai kopiota PDM-tietokannassa sijaitsevasta virallisesta tiedostosta. Tietoholvipalvelimia voidaan jakaa esimerkiksi globaalissa konsernissa maantieteellisesti, jolloin eri toimipisteet voivat hyödyntää lähintä tietosisältöä. Tämä nopeuttaa käyttäjien tiedonhallintaa lyhyemmän tietoliikenteen ansiosta. Esimerkki yksinkertaisesta yhden toimipisteen PDM-järjestelmäarkkitehtuurista on esitetty kuvassa 1. Globaalissa konsernissa järjestelmäarkkitehtuuri koostuu usein konsernin master palvelimesta ja useista paikallisista replikoiduista palvelimista. (Crnkovic et al. 2003, Martio 2015, Sääksvuori & Immonen 2002)



Kuva 1. Malli lokaalista PDM-järjestelmäarkkitehtuurista, perustuu lähteisiin (Crnkovic et al. 2003, Sääksvuori & Immonen 2002).

Jos samaa tietoa hyödynnetään useiden konsernin toimipisteiden välillä, niin järjestelmä kannattaa replikoida. Replikoidussa järjestelmässä samaa tietoa kopioidaan useiden eri tietoholvien kesken, jolloin käyttäjien tiedonhakunopeus kasvaa. PDM-järjestelmän käyttöliittymä on usein erilainen tiedon tuottajalle sekä järjestelmän tietoa lukevalle

henkilölle. Tiedontuottajan käyttöliittymä on usein yhteydessä CAD-ohjelmistoon, josta syötetään järjestelmään dokumentit sekä CAD-mallit. Perinteistä tiedonhakijaa varten PDM-järjestelmät sisältävät usein web-pohjaisen käyttöliittymän. (Crnkovic et al. 2003, Martio 2015)

3.1.1 Nimikkeen ja nimiketietojen hallinta

Tuotetiedonhallinnan tärkeä toiminnallinen objekti on nimike eli item. Huhtala & Pulkkinen (2009) mukaan nimike on yleiskäsite, joka voi esittää tuotteen mitä tahansa osaa. Nimikkeen on tarkoitus toimia esimerkiksi fyysisen komponentin, osan, tuotteen, materiaalin, palvelun tai sidosryhmän standardimuotoisena objektina, joka sisältää yrityksen määrittelemät tiedot. Yrityksen kannalta on tärkeää, että nimikkeiden muodostaminen tehdään johdonmukaisesti, yrityksen tarpeet huomioiden ja mahdollisimman informatiivisesti. Informatiivinen nimike on helppo hallita ja etsiä laajasta nimikevalikoimasta. Nimikkeen luomiselle vaaditaan aina tarve. Valmis komponentti voi vaatia useita eri nimikkeitä eri työvaiheille. Esimerkiksi komponentin valua ja valmista koneistettua komponenttia voidaan käsitellä yrityksen sisällä eri nimikkeillä, jotta eri vaiheissa olevien komponenttien saldot ja tilaukset saadaan hallittua. Nimikkeiden hallinta on yksi tuotetiedonhallintajärjestelmän pääominaisuuksista. Nimikkeiden hallinta sisältää muun muassa nimikkeiden luomisen ja ylläpitämisen sekä nimikkeen elinkaaren-, käyttöoikeuksien- ja muutoksenhallinnan. Standardoitu nimikerakenne nopeuttaa myös globaalissa ympäristössä toimivia yrityksiä. Yhteinen nimikerakenne tekee nimiketiedon ymmärtämisestä yksinkertaisempaa, jolloin konsernin eri yksiköt pystyvät hyödyntämään samoja nimikerakenteita. Yhteiset nimikkeet helpottavat esimerkiksi globaaleja hankintoja tehdessä sekä yritysten välisessä kommunikoinnissa. Suuressa organisaatiossa on myös mahdollisuus käyttää yhteisiä nimikkeitä erilaisilla nimiketiedoilla, jolloin jokainen yksikkö näkee omaan tarpeeseen liittyvät nimiketiedot. Tässä tapauksessa paikallisten nimiketunnisteiden lisäksi nimikkeelle luodaan yrityslaajuinen tunniste, johon paikalliset nimikkeet ovat yhteydessä. Yhteisesti käytetyt nimikkeet vähentävät päällekkäisen työn määrää esimerkiksi nimikkeitä luodessa. (Martio 2015, Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

Kaikille yrityksen käytössä oleville nimikkeille määritetään oma nimikekoodi eli tunniste. Lisäksi nimikkeelle määritetään attribuutteja, joilla tarkoitetaan nimikkeelle annettavia valmiiksi määritettyjä tietoja ja ominaisuuksia. Tunniste on usein alle 20 merkkiä pitkä sarjanumero tai koodi, jonka avulla nimikettä voidaan hakea ja tunnistaa nimikkeistöstä eli kaikkien nimikkeiden joukosta. Työn tutkimusosuudessa tunnisteesta käytetään myös termiä nimikenumero. Tunniste voidaan luoda luokittelevaksi tai ei-luokittelevaksi. Luokitteleva tunniste antaa nimikkeestä tietoa, jonka avulla nimikkeitä voidaan järjestää ja hakea nimikkeistöstä. Esimerkiksi yrityksen käytössä olevat pulttinimikkeet voidaan aloittaa omalla tunnistekirjaimella, jolloin nimikenumeroista voi suoraan lukea pultin materiaalin sekä mitoituksen. Luokittelevaa tunnistetta luodessa on

huomioitava, että mikään tunnisteesta luettava luokka ei saa muuttua nimikkeen elinkaaren aikana. Ei-luokittelevat numerot voidaan valita esimerkiksi juoksevan numeron perusteella. Ei-luokittelevaa tunnistenumeroa käyttävät nimikkeet sisältävät usein luokitteluattribuutteja, joiden perusteella nimikkeen käytettävyyttä ja hallittavuutta saadaan helpotettua. Luokitteluattribuutit voivat jakaa nimikkeitä esimerkiksi materiaalin, tuoteperheen, perustoiminnon tai käyttökohteen mukaisiin hierarkkisiin luokkiin. Esimerkiksi luokittelemalla kaikki samaan käyttötarkoitukseen luodut nimikkeet yhteisellä luokittelukoodilla voidaan helpottaa niiden hakua ja käyttöä tuotesuunnittelun yhteydessä. Samalla saadaan vähennettyä useiden toisiaan vastaavien nimikkeiden suunnittelua ja nopeutettua suunnitteluprosessia. Nimikkeiden luokittelu tulee tehdä tarkasti, koska liian laaja luokittelu voi tehdä tuotesuunnittelun prosesseista jäykkiä ja hidastempoisia. Luokittelutapa on täysin yrityskohtainen ja se tulee suunnitella yrityksen tarpeisiin ja prosesseihin sopivaksi. Nimikkeitä voidaan luokitella yrityksen omien luokittelumenetelmien lisäksi yleisillä luokittelustandardeilla. Kuvassa 2 on esimerkki mahdollisesta nimikeluokittelusta. (Crnkovic et al. 2003, Martio 2015, Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

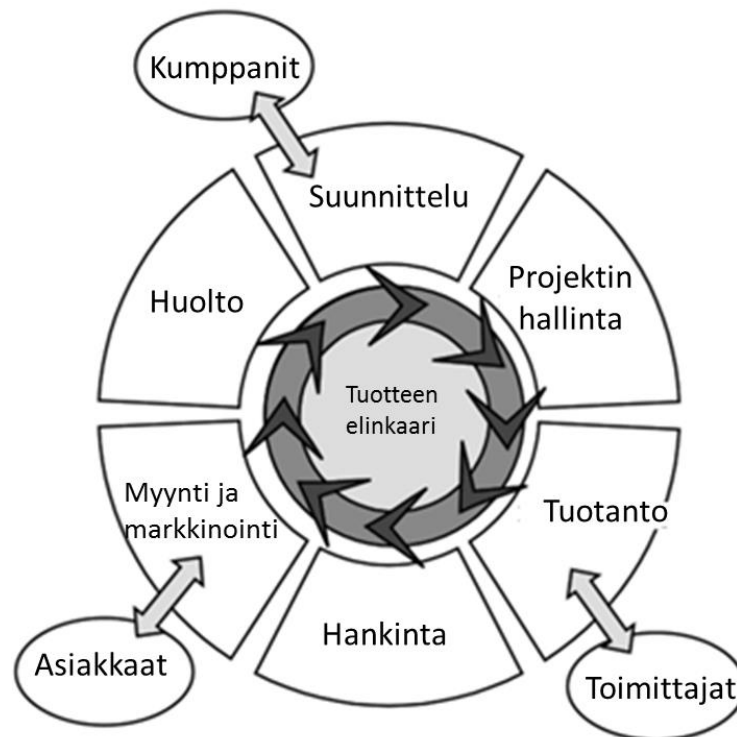
Luokittelukoodi	Kuvaus
A Mekaniikan perusmateriaalit ja komponentit	
AA	Teräkset ja rautavalut
AAA	Sileät päällystämättömät teräslevyt
AAB	Päällystetyt teräslevyt
AABA	PVC:llä päällystetyt teräslevyt
AABZ	Päällystetyt teräslevyt (määrittelemätön)
AAC	Tangot ja langat
AACA	Pyörötangot
AACB	Latat
AAD	Putket
B Erikoiskomponentit ja niiden osat	
BA	Renkaat
BB	Vanteet
C Perävaunut ja niiden osat	
CA	Täydelliset täysperävaunut
CAA	8-pyöräiset
CAB	6-pyöräiset

Kuva 2. Attribuutteihin perustuva luokittelutapa, muokattu lähteestä (Martio 2015).

Tunnisteen ja luokitteluattribuuttien lisäksi nimikkeelle annetaan vähintään kuvaus, joka kertoo sanallisesti mitä fyysistä objektia nimike esittää järjestelmissä. Globaaleissa järjestelmissä kuvaus tulee usein esittää sovitulla kielillä standardin mukaisessa muodossa. Muut lisäattribuutit ovat tuote- ja yrityskohtaisia ja ne määritetään nimikehallinnan sekä yrityksen tarpeiden mukaan. Nimikkeelle määritettävät attribuutit riippuvat usein nimiketyypistä. Nimiketyypille määritetään tietyt attribuutit, jotka nimikkeen luojaan tulee syöttää nimikettä luodessa. Esimerkiksi sähkökomponentille voidaan luoda oma nimiketyyppi, joka luo perusattribuuttien lisäksi käyttöjännitteelle oman attribuuttikentän. Attribuutit voivat olla pakollisia tai vapaaehtoisesti määritettäviä ja niiden arvo-tyyppeinä käytetään yleisesti kokonaislukuja, merkkijonoja, päivämääriä tai erikseen määritettyjä valintalistoja. Attribuutteja hyödynnetään tietosisällön lisäksi nimikkeiden hallinnassa ja nimikkeiden luokittelussa. (Martio 2015, Peltonen et al. 2002)

3.1.2 Nimikkeen tilan ja elinkaaren hallinta

Nimikkeen elinkaaren hallinta on tuotteen elinkaaren hallinnan (PLM) alakokonaisuus. Elinkaarenhallinnan merkitys korostuu teollisuudessa, koska yritykset haluavat tarjota asiakkailleen räätälöityjä tuotteita nopean tilaus-toimitusketjun avulla. Lisäksi valmistavassa teollisuudessa pyritään huomioimaan tuotteen elinkaaren myöhäisemmät vaiheet jo tuotteen suunnitteluvaiheessa. Tällä hetkellä vallitsevan trendin mukaan tuotteiden elinkaaret lyhenevät tasaisesti ajan kuluessa. Tuotetiedonhallintajärjestelmällä pyritään tukemaan koko tuotteen elinkaarta alusta loppuun. Tuotteen elinkaaren vaiheet ovat tuotekehitys, markkinoille tunkeutuminen, kasvu, kyllästymisen, taantuminen ja käytöstä poistaminen. Järjestelmän avulla pystytään tukemaan kaikkien eri elinkaarenvaiheissa toimivien yksiköiden ja osastojen työskentelyä. Tuotteen elinkaaren aikana tarvittavat sidosryhmät on esitetty kuvassa 3. (Crnkovic et al. 2002, Martio 2015, Sääksvuori & Immonen 2002)



Kuva 3. Sidosryhmät tuotteen elinkaaren aikana, käännetty lähteestä (Crnkovic et al. 2002).

Yksi valmistettu tuote voi koostua yhdestä tai useasta erillisestä komponentista, joiden elinkaarta hallitaan omien nimikkeiden avulla. Tuotteen ja sen sisältämien nimikkeiden elinkaaret eivät välttämättä ole yhdenmukaiset, vaan nimikkeen elinkaari voi jatkua pitkään nimikettä käyttävän tuotteen elinkaaren päätyttyä. Nimikkeeseen tehtäviä muutoksia seurataan revisionhallinnan avulla. Uusi revisio muodostuu, kun nimikkeen vanhaan versioon tehdään muutoksia ja uutta muokattua versiota voidaan käyttää kaikkien vanhojen versioiden tilalla. Jos muutokset estävät vanhan revision korvaamisen, niin

muokatusta nimikkeestä tulee luoda täysin uusi nimike uudella nimikenumerolla. Usein tuotteen tai komponentin uuteen revisioon voi johtaa esimerkiksi laadulliset, fyysiset tai suorituskyvyliset ongelmat. Nimikkeen elinkaarentilojen ja revisioiden välistä yhteyttä käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.3. (Martio 2015, Sääksvuori & Immonen 2002)

Nimikkeen, dokumentin tai muun tuotetiedonhallintajärjestelmän objektin elinkaarta seurataan PDM-järjestelmässä tilojen avulla. Tila kertoo käyttäjälle, että missä elinkaarenvaiheessa objekti on menossa ja mitä toimenpiteitä objektille voidaan tehdä. Tilat riippuvat usein objektityypistä, joten esimerkiksi nimikkeellä ja dokumentilla voi olla erilaiset tilavaihtoehdot. Eri tilojen välillä siirrytään tilakaavion mukaisesti. Tilakaavio määrittää, että miten eri tilojen välillä voidaan siirtyä ja keiden käyttäjien hyväksyntöjä siirtymiin vaaditaan. Nimikkeelle määritetyt tilat voivat olla esimerkiksi keskeneräinen, valmis, tarkastettu ja julkaistu. Tässä tilakaavion tapauksessa julkaistu-tilasta ei voida palata enää aiempiin tiloihin, vaan ainoa mahdollisuus muutoksen tekemiseen on uusi revisio. Kolmen aiemman tilan aikana nimike voidaan palauttaa muokattavaksi keskeneräiseen-tilaan, koska nimikkeen tietoja ei ole vielä jaettu tuotekehityksestä muille yksiköille. Keskeneräinen-tila on elinkaarenvaihe, jossa objekti on muokattavissa. Tuotetiedonhallintajärjestelmässä muokkaus suoritetaan siten, että käyttäjä ottaa haluamansa objektin Check Out -komennolla muokattavaksi. Objekti voi olla ainoastaan yhden käyttäjän muokattavana, joka estää saman objektin käsittelyn yhdenaikaisesti. Muokattu ja tallennettu objekti siirretään Check In -komennolla takaisin kaikkien käyttäjien saataville. Ainoastaan Check In -tilassa olevat objektit voidaan lähettää tilakaaviossa seuraavaan elinkaarentilaan. Tilakaaviossa voidaan myös määrittää, että kenelle PDM-järjestelmän käyttäjille ilmoitetaan siirtymisestä tilojen välillä. Järjestelmään voidaan esimerkiksi määrittää, että tarkastettu tilasta voidaan siirtyä julkaistu tilaan ainoastaan tietyn käyttäjän, kuten suunnittelupäällikön hyväksynnän avulla. Tilojen välinen siirtyminen suoritetaan PDM-järjestelmässä usein oman työkalun tai muutoksenhallinnan kautta. Muutoksenhallintaa on käsitelty tarkemmin luvussa 3.3. (Martio 2015)

3.1.3 Tuoterakenteen hallinta ja konfigurointi

Tuoterakenne on nimikkeistä ja nimikerakenteista koostuva kokonaisuus. Sääksvuori & Immonen (2002) mukaan tuoterakenne toimii perustana suurelle osalle PDM-järjestelmän päätoiminnoista ja sen avulla järjestelmän nimikkeet kiinnitetään valmistettavaan tuotteeseen. Tuoterakenteessa olevat nimikkeet voidaan ryhmitellä ja niiden väliset yhteydet voidaan määrittää. Nimikkeiden välinen yhteys voi esimerkiksi kertoa, että nimike A sisältää nimikkeen B. Yhteyksiin liittyy usein attribuutteja, joista esimerkkinä määrä ja rivinumero. Määrä kertoo kuinka monta nimikettä B kuuluu nimikkeen A nimikerakenteeseen. Rivinumeron avulla pystytään paikantamaan nimikkeitä, jotka sijaitsevat eri tuoterakenteissa samalla rivillä. Rivinumeroa hyödynnetään lisäksi muun muassa SAP toiminnanohjausjärjestelmän reitityksissä (SAP TERP10 2013). Nimikkeiden väliset yhteydet ovat tuotetiedonhallintajärjestelmäkohtaisia. Yksi nimike voi sisältää

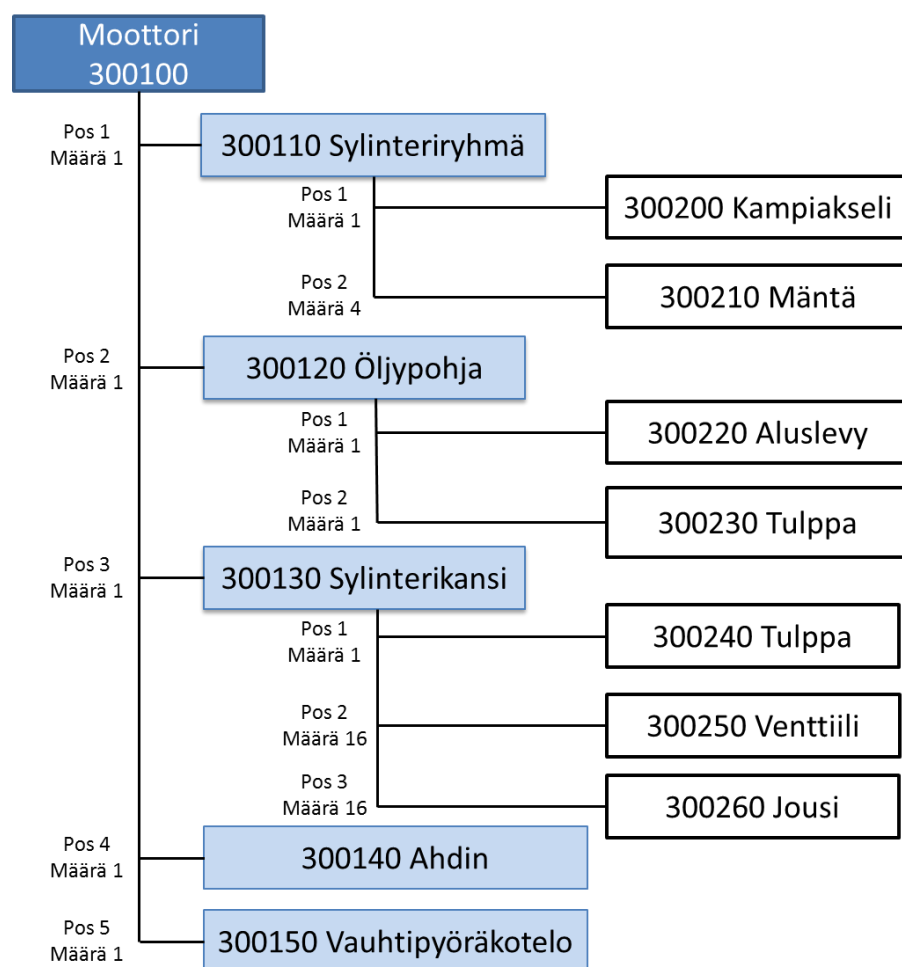
useita yhteyksiä eri objekteihin. Nimike A voi esimerkiksi sisältää alirakenteessa nimikkeen / komponentin B, nimikkeeseen liittyvänä tiedostona dokumentin C ja visuaalisena katselumallina 3D-mallin D. Perinteisten yhteyksien lisäksi konfiguroidussa tuoterakenteessa määritetään ehtoja, jotka yhdistetään tuoterakenteen nimikkeisiin. Ehtoja valitsemalla tietyt nimikkeet valitaan lopulliseen tuoterakenteeseen mukaan. Tuoterakenteen sisältämiä nimikeryhmiä ja eri ryhmien toiminnallisuuksia on esitetty taulukossa 1. Yksi tuoterakenne sisältää yleisesti useita eri nimikeryhmiä. (Martio 2015)

Taulukko 1. *Nimikeryhmät ja niiden toiminnallisuudet, perustuu lähteeseen (Martio 2015).*

Nimikeryhmä	Toiminnallisuus
Kokoonpano	Liitetään ylempään tasoon kokonaisena. Osat valmiiksi asennettuna.
Asennettava kokoonpano, installaatio	Kokoonpannaan asennuspaikalla.
Komponenttiryhmä	Toiminnallisesti toisiinsa liittyvät komponentit ryhmitelty yhteisen nimikkeen alle.
Jakamaton komponentti	Komponentti, jolla ei ole osarakennetta.
Määräerä materiaalia	Materiaalia, joka ei ole kappale (esimerkiksi öljy).
Dokumentti	Dokumentti (esimerkiksi varaosakirja).
Ryhmäotsikko	Kokoonpano, joka ei ole alikokoonpano. Helpottaa ryhmittelyä.

Tuoterakenteesta voidaan muodostaa useita erilaisia rakenteita. Rakenteet riippuvat organisaation eri yksiköiden tarpeesta ja toimintatavasta. Erilaisia tuoterakenteita ovat suunnittelurakenne (vertaa s. 38 eBOM), valmistus- ja toimitusrakenne (vertaa s. 38 mBOM), varaosarakenne, myyntirakenne ja toiminnallinen rakenne. Suunnittelurakenne on tuoterakenne, johon tuotesuunnittelu on määrittänyt kaikki lopullisen tuotteen osat. Tuotteen toiminnallisten komponenttien lisäksi suunnittelurakenne voi sisältää osia, joita tarvitaan esimerkiksi logistisista syistä. Valmistusrakenne sisältää komponentit, jotka kokoonpanossa todella asennetaan. Suunnittelurakenteessa alirakenteen sisältävä osakokoonpano voi olla valmistusrakenteessa yhtenä komponenttina, jos se esimerkiksi kokoonpannaan yhtenä kokonaisuutena. Varaosarakenne voi sisältää useita toisilleen variantteja nimikkeitä. Saman osan variantit ovat komponentteja, joista vain yksi valitaan lopulliseen rakenteeseen. Varianteilla yleisesti tarkoitetaan toistensa kanssa vaihtoehtoisia nimikkeitä. Esimerkkinä autossa käytettävistä varianttinimikkeistä toimii 17” ja 18” renkaat. Molemmille komponenteille on oma nimikenumero ja kummankin komponentin voi valita osaksi omaa tuoterakennetta. Myyntirakenteessa kuvataan pääasiassa tuotteen tärkeimmät ominaisuudet, joiden perusteella asiakas tekee ostopäätöksen. Ominaisuudet pyritään liittämään tuotteen pääkomponentteihin tuotehallinnan helpottamiseksi. (Martio 2015, Peltonen et al. 2002)

Tuoterakenteet tulisi aina suunnitella yrityksen sisäistä standardoitua tapaa noudattaen. Martion (2015) suosittelema suunnittelurakenne noudattaa valmistusta helpottavaa tuotesuunnittelua. Periaatteena on suunnitella tuote aitojen fyysisten kokoonpanojen mukaisesti ja komponenttien asennus huomioiden. Hyvän suunnittelun ansiosta tuotteen rakenne voidaan vaiheistaa linjalla mahdollisimman helposti. Tämä toimintamalli kehittää tuotteen modulaarista ajattelutapaa, parantaa valmistuksen tehokkuutta ja lyhentää toimitusaikoja. Tuotteen moduloiminen toimii hyvänä lähtökohtana varioitavien tuotteiden luomiselle ja siten tuotteen konfiguroimiselle. Kuvassa 4 on esimerkki moottorin suunnittelurakenteesta. Jokaiselle tuoterakenteesta olevalle nimikkeelle on esimerkissä määritetty rivinnumero eli positio sekä ylemmän rakennetason sisältämä määrä. (Martio 2015)



Kuva 4. Esimerkki suunnittelurakenteesta, perustuu lähteeseen (Martio 2015).

Tuoterakenteiden yleinen esitystapa on osaluettelo eli BOM (Bill of Materials). Kaikkiin tuoterakenteisiin liittyy osaluettelo, joka kertoo mistä komponenteista rakenne koostuu. Osaluettelo esitetään yksitasoisena ja sen pääkäyttäjänä on yleensä tuotanto (Sääksvuori & Immonen 2002). Taulukossa 2 on esitetty esimerkki osaluettelosta ja osaluettelon sisältämistä attribuuteista. Osaluettelo on tehty kuvan 4 suunnittelurakenteen mukaan. Kuvan attribuuttien lisäksi osaluettelo voi sisältää esimerkiksi revisiotie-

toa, jonka avulla valmistus pystyy selvittämään asennettavien komponenttien tällä hetkellä käytössä olevat revisiot. (Martio 2015)

Taulukko 2. *Esimerkki osaluettelorakenteesta, perustuu lähteeseen (Martio 2015).*

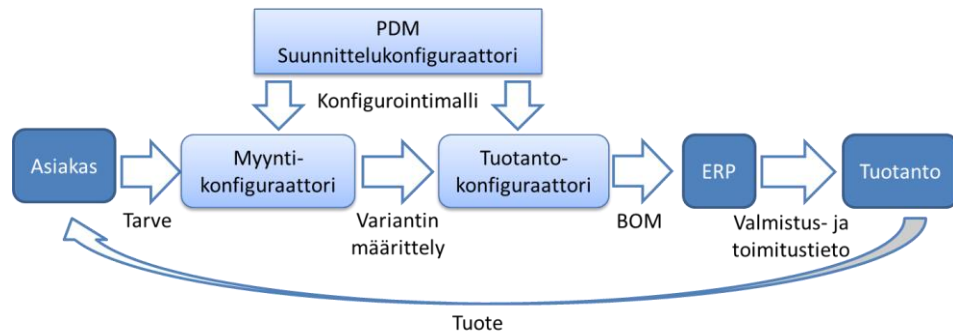
Osaluettelo (BOM): Moottori 300100

Positio	Tunniste	Kuvaus	Määrä	Yksikkö
1	300110	Syl. Ryhmä	1	Kpl
2	300120	Öljypohja	1	Kpl
3	300130	Sylinterikansi	1	Kpl
4	300140	Ahdin	1	Kpl
5	300150	Vauhtip. kotelo	1	Kpl

Kokoonpanon tai alikokoonpanon suunnitteluperiaatteena on hyvä noudattaa sääntöä, jonka mukaan kokoonpanon alitasolla olevista komponenteista saadaan fyysisesti kokoonpantua ylätason kokoonpano. Tämän periaatteen mukaan esimerkiksi standardiosia, kuten ruuveja ei tule kerätä oman kokoonpanon alle. Säännön mukaan liitososat tulee olla rakenteessa tasolla, jossa niitä todellisuudessa käytetään. Tuotannon työvaiheistuksen kannalta tuoterakenteen tulisi olla yksitasoinen. Yksitasoista tuoterakennetta pystytään tuotannossa vaiheistamaan mahdollisimman joustavasti, koska toiminnanohjausjärjestelmässä suoritettava työvaiheistus pystytään yleensä kohdistamaan vain kokoonpanon toiselle tasolle. Työvaiheistuksen lisäksi suunnittelun tuoterakenteessa on mahdollonta huomioida tuotannon resursseja, valmistuksen priorisointia tai konekantaa. (Martio 2015)

Tuotteiden konfigurointia hyödynnetään yrityksissä tuotteen räätälöinnin ja hallinnan helpottamiseksi. Martion (2015) mukaan konfiguroinnin avulla pystytään nostamaan tuottavuutta jopa 1000-kertaiseksi ja samalla vältetään inhimilliset laatuvirheet tuoterakenteissa. Huhtala & Pulkkinen (2009) perusteella konfigurointi voi nopeuttaa tuotteen määrittelyä jopa 90 prosenttiyksikköä. Määrittelyprosessin nopeutuminen johtuu pääasiassa manuaalisen työn vähenemisestä. Konfigurointi voidaan suorittaa useille eri tuoterakenteille, joista yleisimmät ovat suunnittelu-, tuotanto- ja myyntirakenteen konfigurointi. Sekä tuotanto- että myyntirakenne perustuvat suunnittelurakenteen pohjalle. Eroa konfiguraattoreissa on käyttäjälle tarjotut optiot, jotka perustuvat käyttäjän tarpeisiin. Myyntikonfiguraattorissa optioina on esimerkiksi toiminnallisuuksia, jotka käyttäjä vaatii tuotteelta. Tuotantokonfiguraattorin valinnat perustuvat myyntikonfiguraattorissa tehtyihin valintoihin, joita voidaan tarkentaa tuotannon parametreilla. Tuotantokonfiguraattori huomioi kaikki tuotteen vaatimat nimikkeet valmistusta varten. Kuvassa 5 on esitetty prosessikaavio konfiguroitavan tuotteen valmistusprosessista. Prosessi alkaa asiakastarpeesta ja etenee myynti- sekä tuotantokonfiguraattorin kautta toiminnanohjausjärjestelmään osaluettelotietona. Toiminnanohjausjärjestelmästä ohjataan tuotannon valmistus- ja toimitusprosessi, jonka kautta tuote saadaan toimitettua asiakkaalle. Suunnittelukonfiguraattori toimii pohjatietona myynti- ja tuotantokonfiguraattoreille. Suun-

nittelukonfiguraattorista saadaan luotua esimerkiksi visuaalinen malli myyntikonfiguraattoria varten ja nimikevariantit tuotantokonfiguraattorille.



Kuva 5. Konfiguroitavan tuotteen toimitusprosessi, muokattu lähteestä (Martio 2015).

Konfiguroitavan tuotteen suunnittelu perustuu tuotemallin suunnitteluun. Tuotemalli tarkoittaa konfiguroitavan tuotteen kohdalla tuoterakenteen ylintä tasoa, eli varianttijoukkoa. Tuotemallin ylintä rakennetasoa kutsutaan geneeriseksi osaluetteloksi (gBOM), joka sisältää kaikki tuoteperheen vaatimat nimikkeet (Huhtala & Pulkkinen 2009). Tuotemallista konfiguroidaan ehtojen ja optioiden perusteella tuotevariantit, jotka kuvaavat yhtä tuoterakennetta. Tuotevariantit määritetään yleisesti asiakaskohtaisten vaatimusten mukaiseksi (Huhtala & Pulkkinen 2009). Geneerisessä tuoterakennetta suunniteltaessa voidaan joutua huomioimaan useita eri asiakasvaatimuksia. Martion (2015) perusteella konfiguroitavan tuotteen suunnittelu voidaan jakaa seitsemään portaaseen, jotka ovat tuoteperheen spesifiointi, tuotearkkitehtuurin määrittely, modulointi, tuoteperherakenteenmäärittely, komponenttien optioiden ja ehtojen määrittely, myyntikonfiguraatioiden määrittely sekä mallien testaus ja käyttöönotto. Tuoteperheen spesifiointi ja parametrien määrittely antaa konfiguroinnille perustiedot, jotka määrittävät mitkä tuoteperheen rakenteet tuotekonfiguraattorin alle halutaan luoda. Nämä määrittelyt riippuvat esimerkiksi tuotteen fyysisistä, toiminnallisista ja visuaalisista ominaisuuksista sekä tuotteen vaatimuksista. Vaatimukset voivat liittyä esimerkiksi laatuun, kustannuksiin tai kansainvälisten standardien noudattamiseen. Parametreillä tarkoitetaan ominaisuuksia, jotka vaikuttavat tuotteen valmistukseen. Parametreihin on sidottuna tietyt konfiguroidun rakenteen nimikkeet, jotka valitaan rakenteeseen parametrin mukana. Parametrit voivat olla tuoterakenteessa vakiona, optiona, tai jätettynä pois. Esimerkkinä parametrinä toimii ”Jousitettu ohjaamo”, joka voidaan valita optiona ostotilanteessa valmistettavaan traktoriin. Tiettyyn parametriin voi liittyä useita muita parametreja erikseen luotavien sääntöjen avulla. Parametreja ei tulisi ryhmitellä kokonaisuuksiksi, koska erillisinä ominaisuuksina niitä voidaan helpommin hallinnoida. (Martio 2015)

Tuotemallin suunnittelun olennainen työvaihe on tuotteen modulointi. Tuotteen moduloimalla pyritään parantamaan konfiguroitavan tuotteen varioituvuutta. Tuotteen variointi moduloimalla voi helpottaa esimerkiksi ulkonäön variointia eri muotoilujen avulla. Tavoiteltu tilanne tuotemallia suunniteltaessa on parametreihin kytkettyjen osarakentei-

den modulointi. Tämä helpottaa huomattavasti konfiguraattorin suunnittelua, koska tiettyjen parametrivaihtoehtojen avulla voidaan määrittää, että mitkä osarakenteet lopulliseen tuotevarianttiin valitaan mukaan. Jos osarakenteiden modulointi ei ole mahdollista, niin konfigurointi joudutaan suorittamaan moduulitason sijasta suoraan osatasolla. Toinen lähestymistapa tuotemallin suunnitteluun on tuotannon huomioiminen modulointivaiheessa. Tässä lähestymistavassa moduulit rakennetaan tuotannon kokoonpanovaiheiden mukaisesti. Tämä toimintamalli helpottaa tuotannon suunnittelua, jos useissa tuotteissa käytetyt alikokoonpanot voidaan esimerkiksi valmistaa erillisellä alikokoonpanolinjalla. (Martio 2015)

Konfiguroitavaa suunnittelurakennetta kutsutaan maksirakenteeksi. Maksirakenne sisältää kaikki tuoteperheen vaatimat komponentit. Maksirakenteessa keskenään vaihtoehtoiset komponentit ryhmitellään saman konfiguroitavan moduulin tai ryhmän alle. Rakenteen luomisen jälkeen määritetään valintasäännöt, jotka voivat olla yksinkertaisia on/off -sääntöjä tai monimutkaisia loogisia operaattoreita sisältäviä lausekkeitä. Lisäksi voidaan luoda ehtoja, joissa tietyn säännön valinta valitsee tai sulkee automaattisesti muita sääntöjä. Maksirakennetta ei voi rakentaa tietyllä standardin mukaisella tavalla, vaan rakenne tulee suunnitella tarpeiden mukaisesti. Konfigurointia helpottaa huomattavasti, jos maksirakenne pystytään luomaan valmistusrakenteen tavoin. Tässä tilanteessa valmistusrakenne pystytään konfiguroimaan suunnittelurakenteesta suoraan. Tilanteessa jossa valmistus- tai toimitusrakenne poikkeaa suunnittelurakenteesta, voidaan nimikkeitä sijoittaa eri valmistuspaikoille. Tällöin suunnittelurakenteen nimikkeille määritetään tunnistenumeroja eli tageja. Tagit määrittävät mihin kohtaan valmistuksen rakenteessa nimike kuuluu, jos nimike valitaan konfiguroitaessa mukaan valmistusrakenteeseen. (Martio 2015)

3.1.4 Järjestelmän muut objektit

Tuotetiedonhallintajärjestelmässä voidaan hallita nimiketiedon lisäksi useita erilaisia objektityyppejä. Yleisimpiä ja tuotehallinnan kannalta tärkeimpiä ovat CAD 3D-mallit, CAD-piirustukset ja dokumentit. Järjestelmän objekteja hallitaan sekä muokataan saman ohjelmiston avulla, jolla ne luodaan järjestelmään. 3D-tuoterakenteet koostuvat useista erillisistä 3D-malleista ja niiden välisistä relaatioista. Jotta tuoterakenteita pystytään tallentamaan ja käyttämään PDM-järjestelmän kautta tulee kaikkien tarvittavien komponenttien olla tallennettuna järjestelmään. Toinen mahdollinen toimintatapa on suunnitteluyksikön yhteinen PDM-järjestelmä, jonka kautta julkaistaan ainoastaan tuoterakenne, piirustukset sekä CAD-katselumallit organisaation laajempaan PDM-järjestelmään. (Martio 2015)

PDM-CAD integraatiossa järjestelmien välille luodaan yhteys, joka mahdollistaa nimikkeiden hallinnan myös CAD-järjestelmästä. Integraatiossa CAD-järjestelmästä pystytään luomaan 3D-malleja, piirustuksia ja nimikkeitä sekä niiden välisiä yhteyksiä. Yhteyksiä on useita eri tyyppisiä, jotka riippuvat objektien välisestä linkityksestä. Linki-

tyksessä määritetään, että hallitseeko nimike vai CAD-malli linkitettyjen objektien yhteisiä attribuutteja. Lisäksi yhteyksien avulla voidaan yhdistää piirustuksia sekä dokumentteja nimikkeeseen. Yhteydet helpottavat esimerkiksi tietokantahakuja ja mahdollistavat katselumallien luomisen nimikkeelle. CAD-mallin ja nimikkeen yhteys antaa lisäksi mahdollisuuden luoda tuoterakenteita CAD-mallin osaluettelon pohjalta. Tämän avulla tuotesuunnittelijan manuaalinen työ vähenee ja nimikerakenteesta saadaan täysin CAD-rakenteen mukainen. (Martio 2015)

Tuotetiedonhallintajärjestelmän kolmas pääobjektityyppi on dokumentit. Dokumentti on nimiketyyppi, jolla on dokumentille halutut attribuutit ja luokittelu. Se käyttäytyy nimikkeen kanssa samalla tavalla ja dokumenttiin pätee nimikkeenhallintaa vastaava elinkaaren- sekä muutoksenhallinta. Dokumentin erona nimikkeeseen on liitetiedosto, joka usein sisältää dokumentin tärkeimmän tiedon. Liitteenä olevia dokumenttilajeja ovat esimerkiksi piirustukset, projektisuunnitelmat, tarjoukset, laskut, standardit, esitteet tai tuoteluettelot. Dokumentit voivat olla järjestelmässä ainoastaan esitysmuodossa tai niille voidaan mahdollistaa muokkaus toiminto. Tällöin hyödynnetään nimikehallinnasta tuttuja Check In ja Check out -komentoja. Esimerkkinä tuotetiedonhallintajärjestelmän sisäisestä dokumenttienhallinnasta toimii järjestelmän sisällä ylläpidetty piirustusarkisto. Martion (2015) mukaan piirustukset esitetään useimmiten PDF-tiedostoina, jotka käännetään automaattisesti CAD-piirustuksesta tietyn elinkaarentilan vaiheessa. PDF-muotoisen piirustuksen etuna on se, että piirustus voidaan jakaa tuotesuunnittelun ulkopuolisille käyttäjille luotettavasti. PDF-muotoinen piirustus on luotettava, koska tiedosto on julkaistu käyttöön, eikä siihen voida tehdä muutoksia esimerkiksi CAD-järjestelmällä ilman virallista muutoksenhallintaa. CAD-piirustusten katselumallit eivät vastaa luotettavuudeltaan CAD-piirustuksesta käännettyä PDF-tiedostoa. Tiedostomuotoa käytettäessä tulee huomioida, että myös standardimuotoisten PDF-tiedostojen välillä voi olla eri versioiden välisiä yhteensopivuusongelmia. Lisäksi PDF-tiedostoissa käytetyt fontit vaativat eri kielipaketteja PDF-viewerin sisään.

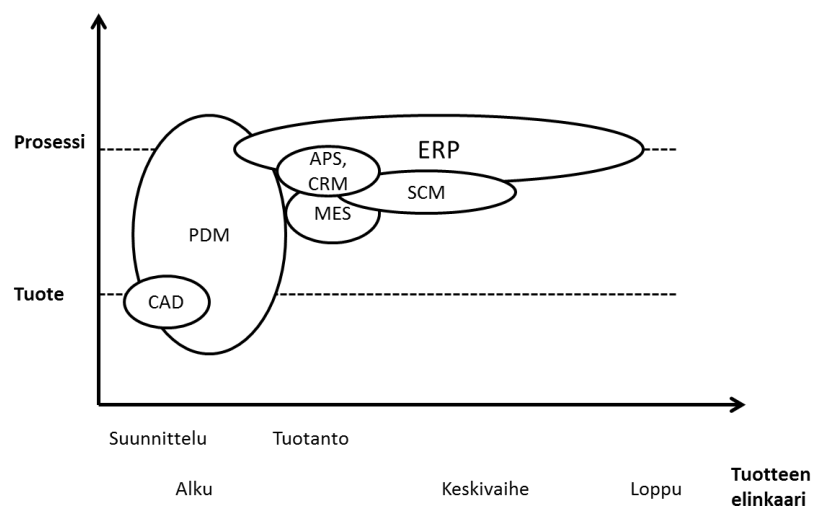
3.2 Toiminnanohjausjärjestelmä

Stevensonin (2011) mukaan toiminnanohjausjärjestelmien kehitys perustuu tuotannonohjauksen kehitykseen. Tuotannonohjauksen laajamittainen ohjelmistokehitys on alkanut 1970-luvulla ja johtanut kehittyneiden ERP-järjestelmien muodostumiseen (Terzi et al. 2010). Tuotannonohjauksen kaksi ensimmäistä järjestelmäkehityksen vaihetta olivat MRP (Material Requirements Planning) eli materiaali-ohjauksen suunnittelu tuotantoaikataulun ja käytettävissä olevien materiaalien avulla sekä MRP II (Manufacturing Resource Planning) eli tuotannon resurssien suunnittelu. MRP-järjestelmän avulla pystytään selvittämään ajanhetki, jolloin osat ja materiaalit tulee tilata tietyn tuotteen valmistuksen kannalta. MRP II laskennassa selvitetään tuotannolta vaadittavat resurssit tuotteen valmistukseen sekä määritetään tuotteen reititys tehtaan sisällä. Laskenta suoritetaan tuotannossa vaihekohtaisesti, jolloin selvitetään jokaisen eri vaiheen vaiheajat

sekä tarvittavat resurssit. MRP II lisäsi tuotannonohjauksen suunnitteluun useiden eri sidosryhmien, kuten tuotannon, markkinoinnin, talouden ja tuotekehityksen seuranta-työkaluja. (Stevenson 2011)

Toiminnanohjausjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka tarkoituksena on integroida yrityksen sisäiset ohjelmistot yhden järjestelmän hallintaan. Järjestelmän avulla eri sidosryhmät pystyvät hyödyntämään reaaliaikaista tietoa yrityksen tuotteista ja valmistusprosesseista. Yleisesti toiminnanohjausjärjestelmä koostuu muun muassa tuotannon ja materiaalien hallinnan, talouden ja kustannuslaskennan, myynnin ja markkinoinnin, asiakkuuksien hallinnan, toimittajatilauksenhallinnan sekä henkilöstöpalveluiden tarvitsemista moduuleista, jotka kommunikoivat automaattisesti keskenään. Moduulien valinta tehdään yrityksen sisäisten tarpeiden mukaisesti. Lisäksi ohjelmisto pyritään räätälöimään yrityksen prosessien ja toimintatapojen tueksi. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla toiminnasta saadaan läpinäkyvämpää yrityksen sisällä ja tietoa pystytään välittämään reaaliaikaisesti päätöksenteon tueksi. Lisäksi tiedon laatu säilyy parempana moduulien välisen automaattisen tiedonsiirron ansiosta. (Stevenson 2011)

Terzi et al. (2010) mukaan kehittyneissä toiminnanohjausjärjestelmissä huomioidaan myös asiakasyhteistyötä parantavat toimitusketjun- (SCM, Supply Chain Management) ja asiakkuuksienhallintajärjestelmät (CRM, Customer Relationship Management) sekä tuotannonsuunnittelua edistävä hienokuormitusohjelmisto (APS, Advanced Planning & Scheduling), jossa voidaan simuloida ja suunnitella tuotannon vaiheistuksia. Yhteytenä ERP-järjestelmän ja tuotantoautomaation välillä toimii MES (Manufacturing Execution System). Yrityksen käytössä olevien järjestelmien käyttöä tuotteen elinkaaren eri vaiheissa on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Järjestelmien käyttö tuotteen elinkaaren eri vaiheissa, muokattu lähteestä (Terzi et al. 2010).

Tuotannon järjestelmistä MES ottaa vastaan ERP-järjestelmästä lähetetyt tuotetilaukset. Lisäksi MES-järjestelmässä säädetään tuotteiden virallinen tuotantojärjestys. Valmis-

tuksenohjauksen ohella MES voi toimia yhteytenä valmistuksen ja tuotesuunnittelun välillä. Tuotannonohjausjärjestelmän kautta voidaan kerätä tietoa tuotannosta ja jakaa sitä automaattisesti järjestelmäkettujen kautta tuotekehitykselle. Tämä mahdollistaa esimerkiksi tuotteen kehityksen valmistuksen tarpeet huomioiden. Tuotesuunnittelu pystyy järjestelmästä saatavan palautteen avulla esimerkiksi analysoimaan osan uudelleenmuotoilun vaikutuksia tuotteen kokoonpano- tai valmistusaikaan. (Terzi et al. 2010)

ERP-järjestelmän toiminta perustuu prosessien hallintaan. ERP-järjestelmän prosessit tähtäävät tuotteen tuotannon ja toimituksen onnistumiseen. Tuotteen elinkaarenhallinnassa ja tuotetiedonhallinnassa toiminnot ovat usein yksilöllisiä, iteratiivisia ja tähtäävät pääasiassa tuotteen kehittämiseen. Vaikka molemmat järjestelmät hyödyntävät sekä luovat tuote- ja nimiketietoa, niin toimintaperiaatteiden eron takia järjestelmät usein toimivat erillisinä kokonaisuuksina. ERP-järjestelmässä luotavaksi tuotetiedoksi luetaan esimerkiksi tuoteyksilöiden valmistuspäivät sekä tuotekustannukset. Järjestelmät pyrittään tällöin yhdistämään järjestelmäintegraation avulla helpommin hallittavaksi kokonaisuudeksi. (Terzi et al. 2010)

Vuonna 2015 toiminnanohjausjärjestelmistä puhuttaessa puhutaan postmodernien toiminnanohjausjärjestelmien aikakaudesta sekä pilvipalvelua hyödyntävistä toiminnanohjausjärjestelmistä. Kansainvälisen informaatioteknologian tutkimusyrityksen Gartnerin (Guay et al. 2015) määritelmän mukaan postmodernilla toiminnanohjausjärjestelmällä tarkoitetaan teknologista strategiavalintaa, jonka avulla pystytään automatisoimaan ja integroimaan yritystä hyödyttävät liiketoimintakokonaisuudet. Järjestelmä integroi sekä yrityksen hallinnolliset että operatiiviset toiminnot siten, että yritys pystyy toimimaan joustavasti ja tehokkaasti muuttuvilla markkinoilla. Järjestelmä voidaan konfiguroida vastaamaan joko hallinnollisia tai operatiivisia tarpeita. Pilvipalvelua hyödyntävissä ERP-järjestelmissä osa moduuleista sijaitsee pilvipalvelussa, joka vähentää yritykseltä vaadittavia kiinteitä palvelimia. Pilvipalvelussa toimiva moduuli toimii web-käyttöliittymästä kiinteän moduulin tavoin. Kiinteiden ratkaisuiden vähentyessä pilvipalvelujen avulla myös ohjelmistojen räätälöinnistä tulee huomattavasti kevyempää. (Guay et al. 2015)

3.2.1 SAP toiminnanohjausjärjestelmän nimikehallinta

Diplomityön järjestelmäintegraation testiosuus suoritetaan SAP Enterprise Central Component -järjestelmän (ECC) pohjalle konfiguroituun toiminnanohjausjärjestelmän testiympäristöön. Gartnerin tutkimuksen perusteella (Guay et al. 2015) SAP ECC -perusratkaisun pohjalle on konfiguroitavissa noin 700 erilaista SAP toiminnanohjausjärjestelmää. Guay et al. (2015) mukaan SAP ERP ratkaisu on tällä hetkellä toiminnallisuudeltaan markkinoiden johtava postmoderni toiminnanohjausjärjestelmä.

SAP ERP on moduloitava toiminnanohjausjärjestelmä, jossa yhdistyy talouden-, henkilöstön-, operaatioiden-, ja yritysten sisäisten palveluiden hallinta. Järjestelmä saadaan

modulointia yrityksen tarpeita varten ja järjestelmän sisäiset prosessit voidaan muokata yrityksen toimintatapojen mukaiseksi. Toiminnanohjausjärjestelmään voidaan integroida perustoimintojen lisäksi asiakkuuksienhallinta (CRM), tuotteen elinkaarenhallinta (SCM), toimitusketjunhallinta (SCM) sekä toimittajasuhteiden hallinta (SRM). Kaikki toiminta suoritetaan web-pohjaisen SAP NetWeaver ohjelmiston välityksellä. Ohjelmistoon voidaan integroida myös SAP-järjestelmän ulkopuolisia sovelluksia yrityksen tarpeiden mukaisesti. (SAP TERP10 2013)

SAP ERP rakennetaan useista eri moduuleista, jotka kohdistetaan tietyille organisaation ryhmille. Organisaation sisällä on useita eri tasoja, jotka määritetään vastuualueiden mukaisesti. Organisaatiotasot koostuvat yhdeksästä hierarkkisesta portaasta. Tasot on esitetty kuvassa 7. (SAP TERP10 2013)

Organisaation tasot	SAP
Organisaation pääkonttori	Client (Pääkonttori)
Eurooppa P-Amerikka	Controlling Area (Hallintoalue)
Suomi Saksa	Company Code (Yritys)
Tuotekehitys Tuotanto	Organizational Unit (Yksikkö)
Suunnittelija Tutkija	Position (Asema)
Helsinki Tampere Oulu	Sales Organization (Myynti org.)
Autot Varaosat Lisävar.	Division (Osasto)
Helsinki Tampere Oulu	Plant (Tehdas)
0001 0002 0003	Storage Locations (Varasto paikka)

Kuva 7. Organisaation tasot SAP-toiminnanohjausjärjestelmässä, muokattu lähteestä (SAP TERP10 2013).

Konsernin alaisuudessa toimivan yrityksen hallinnassa on Company Code –tason alla olevat organisaatiotasot. ERP-järjestelmän käyttäjät sijoitetaan eri organisaatiotasoihin ja eri tasojen käyttäjillä on hallinnassa tietyt käyttöoikeudet järjestelmän eri moduuleihin. Organisaatiotasot esimerkiksi määräävät master datan käyttö ja luontioikeudet eri käyttäjäryhmillä. Master datalla tarkoitetaan tietoa, joka on luotu keskitetysti ja on käytettävissä tietyt käyttöoikeudet omaavalla käyttäjäjoukolla organisaation sisällä. Master data sisältää esimerkiksi toimittajatiedot, asiakastiedot sekä nimiketiedot. SAP toiminnanohjausjärjestelmässä nimikkeestä käytetään termiä Material. (SAP TERP10 2013)

SAP TERP10 (2013) mukaan toiminnanohjausjärjestelmän nimikehallinta perustuu Material Master -tietokantaan. Tietokanta käyttää neljää eri organisaatiotasoa, jotka ovat Client, Company Code, Plant ja Storage location. Material Master sisältää kaiken yri-

tyksen tarvitseman tiedon nimikkeen hankinnasta, tuotannosta, varastoinnista, kustannuksista sekä myynnistä. Nimikkeen tiedot on jaettu siten, että eri organisaatiotasoilta hallitaan eri nimiketietoja. Esimerkiksi Organizational Unit –tason esittämät attribuutit riippuvat yksiköstä, johon järjestelmän käyttäjä on liitetty. Taulukossa 3 on esitetty esimerkki Material Masterin sisältämän nimikkeen tietonäkymästä eri hierarkiatasoilla myynti organisaation tapauksessa. (SAP TERP10 2013, SAP Help Portal 2015)

Taulukko 3. Esimerkki SAP Material –nimikkeen tietonäkymästä eri käyttäjäryhmille, muokattu lähteestä (SAP TERP10 2013).

Nimikkeen tiedot		SAP Organisaatiotaso
Material Number	(Nimikenumero)	Client (Pääkonttori)
Short Text	(Lyhyt kuvaus)	
Volume	(Tilavuus)	
Weight	(Paino)	
Basic Unit of Measure	(Mittayksikkö)	
Delivering Plant	(Mille tehtaalle toimitetaan)	Sales Organization (Myynti org.)
Tax Categories	(Vero kategoriat)	
Sales Unit	(Myyntiyksikkö)	
Stock Valuation	(Varastojen arvo)	Plant (Tehdas)
Prognosis	(Ennuste)	
Planning Parameters	(Suunnittelun parametrit)	
Purchasing Parameter	(Oston parametrit)	
Requirement Planning	(Vaatimusten suunnittelu)	Storage Locations (Varastopaikka)
Parameter	(Parametri)	
Inventory Management	(Inventaarion hallinta)	
Physical Inventory	(Fyysinen inventaario)	

Material data on jaoteltu SAP-järjestelmässä useisiin näkymiin, joista koko konsernin tasolla näkyvät nimikkeen perustiedot. Nämä ovat attribuutteja, jotka ovat standardoitu koko konsernissa. Standardiattribuuttien lisäksi nimikkeelle voidaan syöttää tehdaskoh- taisia arvoja kuten varastopaikkoja ja ennusteita. Standardikohtaiset attribuutit ovat tie- toja, jotka usein syötetään toiminnanohjausjärjestelmään tuotetiedonhallintajärjestelmän kautta. Järjestelmäintegraation kautta syötettäviä attribuutteja ovat esimerkiksi nimik- keen numero, kuvaus, paino ja mittayksikkö. SAP Help Portal (2015) mukaan Material Masterin tietoja hyödyntää organisaatiosta lähes jokainen sidosryhmä. (SAP TERP10 2013)

SAP käyttää kokoonpanojen ja komponenttien tuotannossa osaluettelorakenteita (BOM, Bill of Material). Osaluetteloita käytetään esimerkiksi MRP-laskennassa, tuotannossa, hankinnassa ja kustannuslaskennassa. Osaluettelot koostuvat SAP-järjestelmässä BOM header ja BOM items nimikkeistä. BOM header tarkoittaa rakenteen ylimmällä tasolla olevaa nimikettä, jonka alitasoilla ovat BOM items nimikkeet. BOM items nimikkeille määritetään quantity-arvo, joka kertoo kuinka monta kappaletta tiettyä nimikettä kuuluu osaluetteloon. Lisäksi BOM items nimikkeille voidaan määrittää nimiketyyppi, joka

kertoo esimerkiksi onko nimike varastoitava, ei-varastoitava, dokumentti tai tietyn kokoinen erä materiaalia. BOM rakenteet ovat itsessään yksitasoisia, mutta ne voivat sisältää nimikkeitä, joilla on oma rakennemalli. Tuotantoa varten BOM items nimikkeille määritetään myös reititykset (Routings), jotka kertovat tuotannon työvaiheen ja työpisteen (work center), jossa nimike asennetaan tai työstetään. Reititys on yhteydessä rakennemallin rivinumerointiin, joka tulee huomioida tuoterakenteiden muutostenhallinnassa. (SAP TERP10 2013)

3.3 Muutosten hallinta

Paton & McCalman (2000) mukaan muutosten hallinta on työväline, jonka tarkoitus on käsitellä ongelmat ja muutokset, jotka tulevat eteen lähtöpisteen ja lopullisen tavoitteen välillä. Muutostenhallinnalla pyritään arvioimaan, suunnittelemaan ja ottamaan käyttöön muutokset, jotka ovat kannattavia tavoitteeseen pääsyn kannalta. Muutosten hallinnan työtehtävät voivat olla operatiivisia, taktisia tai strategisia valintoja, jotka vaikuttavat lopulliseen tulokseen. Martio (2015) asettaa muutosten hallinnan alle objektien versioinnin sekä tuoterakenteiden, tuotetyyppien ja tuoteyksilöiden muutokset. Muutosten hallinnan tarkoituksena on suorittaa hallittuja muutoksia tuotetiedonhallintajärjestelmässä. Muutosten hallinta suoritetaan yleisesti muutosprosessiin räätälöidyn työkierron ja muutostyökalun avulla. Tuotetiedonhallintajärjestelmässä suoritettu muutosten hallinta auttaa muutoshistorian seuraamisessa, kun kaikki tuotetiedot ovat saatavilla yhden järjestelmän kautta. Lisäksi järjestelmään sidottu muutoksenhallinta aiheuttaa muutoksen läpikulkuun työkierron, jonka avulla muutos käy automaattisesti ennalta määritettyjen henkilöiden hyväksyttävänä. Menetelmän tarkoitus on parantaa muutosten hallinnan läpinäkyvyyttä ja estää turhien tai haitallisten muutosten aiheuttamisen. Hanus (1994) esittelee liiketoiminnan muutosprosessin vaiheistuksen, jossa muutoksen avulla pyritään siirtymään nykytilasta tavoitteeseen. Prosessi koostuu kolmesta päävaiheesta, jotka ovat nykytila, siirtymävaihe ja tavoitetila. Prosessin mukaan nykytilasta sulaututaan siirtymävaiheeseen, jossa muutos suoritetaan. Valmis muutos implementoidaan käyttöön jäätymisvaiheen kautta, jossa valmiudet muutoksen läpiviennille tehdään ja kyseistä prosessia tai objektia ei voi enää muokata.

Sääksvuori & Immonen (2002) esittää tuotetiedonhallintaan kehitetyn muutosprosessin tuomia hyötyjä vanhojen toimintatapojen tilalle:

1. Hallitut muutokset, jos käyttöön otetaan valmiiksi määritetty muutosprosessi.
2. Mahdollisuus automatisoida tiedote, joka esittelee työn alla olevat ja valmiiksi tehdyt muutokset.
3. Muutosprosessi voidaan sähköistää, joka nopeuttaa muutoksen etenemistä.
4. Muutos voidaan ajoittaa voimaan tietystä ajanhetkestä, kuten vanhan osan lopputumisesta alkaen.
5. Tuotetietojen säilyttäminen järjestelmässä helpottaa muutosten ja vanhojen tietojen tarkistamisessa.

Martio (2015) mukaan teknisen muutosten hallinnan merkitys korostuu etenkin suurissa valmistusmäärissä. Näissä tuotteissa muutoksen aiheuttama virhe voi johtaa laadullisiin ongelmiin ja sitä kautta taloudellisiin tappioihin. Watts (2011) luettelee teknistä muutoksenhallintaa vaativia muutostyyppejä. Muutostyyppejä ja muutokseen johtavia tekijöitä ovat esimerkiksi dokumentin lisäys tai poisto, laadun tai turvallisuuden parantaminen, valmistus tai ylläpitokustannusten vähentäminen ja tuotteen parantaminen. Automatisoitu ja suunniteltu muutosprosessin pyrkii vähentämään muutoksenhallinnasta aiheutuvia virheitä esimerkiksi työkierron avulla ja samalla auttaa muutostiedotteen jakelussa muutoksen implementointiin liittyville sidosryhmille tai osastoille. Muutosten hallintaa määriteltäessä tulee huomioida myös järjestelmien välinen integraatio, jotta pystytään määrittämään tiettyä tietoa tai attribuutteja hallitseva järjestelmä (Peltonen et al. 2002). Tämä korostuu esimerkiksi kaksisuuntaisessa tiedonsiirrossa, jolloin ERP- ja PDM-järjestelmät hallitsevat saman nimikkeen sisältämiä attribuutteja. Esimerkkinä attribuuteista voi toimia PDM-järjestelmän hallitsema nimikkeen massatieto ja ERP-järjestelmästä hallinnoitu kustannustieto. (Martio 2015)

Tuotetiedon muutostenhallintaprosessi sisältää useita PDM-järjestelmässä hallittavia dokumenttityyppejä, jotka esiintyvät muutoskierron eri vaiheissa. Muutosten hallinnan tarve ilmenee usein havaitusta ongelmasta, josta on luotu ongelmaraportti (PDR, Product Discrepancy Report & EPR, Engineering Problem Report). Ongelmaraportissa kuvaillaan ongelma, joka vaatii teknistä korjausta. Ongelmaraportista luodaan muutospyyntö (ECR, Engineering Change Request), jossa määritellään halutun muutoksen vaatimukset. Muutospyyntöön voidaan liittää PDM-järjestelmän objekteja, kuten nimikkeitä ja CAD-malleja. Muutospyynnön tarkka kuvaus ja mahdolliset liitteet helpottavat työkierrossa muutospyynnön vastaanottajan työtä analysoida (ECA, Engineering Change Analysis) muutospyynnön todellista toteutustarvetta (Sääksvuori & Immonen 2002). Muutospyynnön hyväksymisen jälkeen luodaan muutosilmoitus (ECN, Engineering Change Note tai ECO, Engineering Change Order). Sääksvuori & Immonen (2002) mukaan ECN tarkoittaa muutostiedotetta, joka kertoo muutoksesta asianosaisille. Lähteen mukaan varsinainen muutos suoritetaan ECO-muutosmääräyksen avulla. Tässä työssä sekä ECN että ECO kuitenkin tarkoittavat samaa muutosilmoitusta. Muutosilmoitus määrittelee muutoksen sisällön, toteutuksen ja aikataulun. Muutosilmoituksen aikana toteutetaan haluttu muutos ja sen avulla muutoksesta ilmoitetaan muille osastoille. Muutosprosessi on esitetty prosessikuvaajana luvussa 3.3.3. (Martio 2015, Peltonen et al. 2002, Watts 2011)

Watts (2011) mukaan muutosilmoituksen tarkoituksena on kerätä kaikki muutokseen liittyvä suunnitteluinformaatio. Informaatiosisällön valitseminen on Watts (2011) mielestä tärkeää, koska muutosilmoituksen eteneminen hidastuu tietosisällön kasvaessa. Muutosilmoitus sisältää ainoastaan tuotekehityksen tuottamaa muutosinformaatiota. Tuotannon ja muiden sidosryhmien tieto sisällytetään tuotannon muutosilmoitukseen, joka muodostetaan teknisen muutosilmoituksen perusteella. Tuotannon muutosilmoitus

muodostetaan vasta kun muutosilmoitus on julkaistu ja teknisten muutosten tekeminen ilmoituksen sisältämiin objekteihin on estetty. Muutosilmoitus voidaan julkaista tuotekehityksestä esimerkiksi XML-tiedoston avulla. SAP ERP pystyy käsittelemään muutoksenhallintaa Change Master –työkalun avulla tai suoraan vastaanottamalla muutospyyntöjä tai muutostiedotteita erillisinä objekteina (SAP TERP10 2013). Tarkasti määritetty muutoksenhallintaprosessi parantaa tuotteiden laatua ja muutoshallinnan läpinäkyvyyttä sekä vähentää turhaan tehtyjen muutosten määrää. (Martio 2015, Watts 2011)

3.3.1 Nimikkeen muutosten hallinta

Nimikkeen muutosten hallinta sisältää nimikkeen revision ja elinkaaren tilan muutokset sekä yksilönseurannan. Martio (2015) on listannut asioita, jotka tulisi ottaa huomioon nimikemuutoksia tehdessä. Muutosta suunniteltaessa tulee huomioida muutoksen ja nimikkeen tyyppi sekä vaikutusalue. Osa nimikkeelle määritetyistä attribuuteista voi olla muokattavissa ilman muutoksenhallintaa. Nämä attribuutit ovat tuotekehityksen attribuutteja, jotka eivät vaikuta valmistuksen tai jälkimarkkinoinnin toimintoihin. Kaikista tuotteen toimintaan vaikuttavista muutoksista tulee tehdä virallinen muutosilmoitus. Lisäksi muutosilmoitusta tehdessä on tärkeää huomioida nimikkeen tyyppi. Eri-tyyppiset nimikkeet kuten standardiosat, varaosat, valmiit tuoteyksilöt ja ohjelmistot saattavat käyttäytyä nimikehallinnan kannalta eri tavoilla. Esimerkiksi standardinimikkeille ei voida soveltaa perinteistä muutoksenhallintaa, vaan muutos tulee analysoida huomattavasti laajemmin suurten vaikutusten takia. Lisäksi nimikkeelle tehtävät muutokset tulee analysoida tuotekustannusten, muiden komponenttien vaikutuksen, muutoksen toteutustavan sekä ajoituksen suhteen. Näiden ominaisuuksien avulla pystytään arvioimaan muutoksen toteutuksen todellista kannattavuutta.

Nimikkeen muutoksen hallinta ja sen toteutustapa riippuu nimikkeen elinkaaren tilasta. Kappaleessa 3.1.2 käsiteltävät elinkaarien tilat määräytyvät yrityksen vaatimusten mukaan. Elinkaaren tiloja voidaan muuttaa muutoshallinnan avulla ja tilasta toiseen siirrytään usein tilakaavion mukaisessa järjestyksessä. Eri elinkaaren tiloissa olevia nimikkeitä pystytään hallitsemaan eri tavoilla. Nimikkeelle yleisimmin suoritettu muutos on revisiointi, joka voidaan suorittaa ainoastaan julkaistu-tilassa oleville nimikkeille. Revisio esitetään nimikkeen jälkeen numerona tai kirjaimena. Yleinen revision muoto on esimerkiksi 1.3, jossa luku 1 tarkoittaa päärevisiota ja luku 3 alirevisiota eli iteraatiota. Tässä luvussa revisioinnilla tarkoitetaan päärevision muutosta. Iteraation muutos on pieni muutos, joka ei vaadi muutoksenhallintaprosessia. Iteraatio ei myöskään siirry integraation yhteydessä ERP-järjestelmään, vaan järjestelmä vastaanottaa esimerkin revision 1.3 tapauksessa revision 1. Päärevision revisioinnin yhteydessä suoritetaan virallinen muutoksenhallintaprosessi, johon tallentuu tieto muutokseen johtaneista syistä sekä tehdyistä muutoksista. Revisiointi suoritetaan vasta muutosilmoituksen aikana, koska ennen muutosilmoituksen luomista ei virallista päätöstä muutoksen tekemisestä ja

sen kannattavuudesta ole tehty. Jos nimike on keskeneräinen-tilassa, niin muutos voidaan suorittaa ilman revisiointia. Tämänkaltaista tilannetta ei pitäisi kuitenkaan olla tuotannossa käytössä olevien nimikkeiden kohdalla, koska käytössä olevat nimikkeet tulee olla aina julkaistu-tilassa. Revisionhallintamenetelmä ja eri revisioiden välinen yhteensopivuus tulee määrittää yrityskohtaisesti. Osa tuotannon järjestelmistä, kuten SAP ERP-järjestelmä ei huomio nimikkeen eli Materialin revisiota esimerkiksi varastosaldoissa tai varastonhallinnassa, vaan olettaa vanhojen revisioiden poistuneen tuotannosta muutosilmoituksessa määritetyn ajanhetken jälkeen. Tästä syystä SAP TERP10 (2013) suosittelee, että tuotteen toiminnallisuuteen vaikuttavissa nimikemuutoksissa käytetään uutta nimikenumeroa. Uusi nimikenumero on jälkimarkkinoinnin ja tuotannon kannalta aina helpompi hallittava kuin uusi revisio. (Martio 2015)

Nimikemuutoksia tehdessä pitää olla tarkasti tiedossa voidaanko revisioimalla suorittaa muutoksia käytössä oleviin kappaleisiin. Yhteensopivuussäännön mukaisesti uuden revision tulee olla yhteensopiva kaikkien vanhojen revisioiden tilalle kaikissa käyttökoh-teissa. Saman yhteensopivuussäännön mukaan vanhat revisiot tulee korvata tuotannossa tietyn ajan kuluessa. Käyttöönottoajankohtaa voidaan seurata nimikkeen efektiivisyyden avulla. Efektiivisyys tarkoittaa nimikkeelle annettavaa päivämäärää tai sarjanumeroa, joka kertoo ajankohdan jolloin nimike otetaan tai on otettu käyttöön tuotannossa. Yhteensopivuussääntöjä on kolmea erilaista, jotka ovat kaksisuuntainen, ehdollinen kaksisuuntainen sekä yksisuuntainen. Yhteensopivuussääntö on usein yksisuuntainen, eli uusi revisio sisältää usein ominaisuuksia, joita vanhat revisiot eivät pysty hyödyntämään. Kaksisuuntaisessa yhteensopivuudessa on parannettu esimerkiksi asennettavuusominaisuuksia, jolloin vanha revisio toimii lopputuotteessa täysin vastaavalla tavalla uuden revision kanssa. Ehdollinen kaksisuuntainen revisiointi on menetelmä, jossa uusi revisio parantaa myös tuotteen suorituskykyä verrattuna vanhaan revisioon. Tässä tilanteessa vanhoja revisioita voidaan tarvittaessa kuitenkin hyödyntää. (Martio 2015)

Revisionhallinnan lisäksi yksittäiselle nimikkeelle voidaan suorittaa yksilöseuranta. Yksilöseuranta suoritetaan usein lopputuotteelle esimerkiksi asiakaskohtaisesti varioidulle traktorille. Yksilöseurannan etuna on jäljitettävyyden (traceability), joka mahdollistaa viallisen komponentin vaihtamisen tuotteeseen myös luovutuksen jälkeen. Viallisen komponentin kohdalla voidaan suorittaa jäljitys kaikkiin tuoterakenteisiin, joissa komponenttia on käytetty. Tämän avulla voidaan löytää lopullisen tuotteen sarjanumerot ja ehkäistä osan aiheuttamat vahingot jo etukäteen. (Martio 2015, Peltonen et al. 2002)

3.3.2 Tuoterakenteen muutosten hallinta

Tuoterakenteen muutosten hallinnalla ja revisioinnilla tarkoitetaan nimikerakenteen kokoonpanotason muutoksia ja revisiointia. Tuoterakenteelle määritettävä revisiointitapa määritetään yrityksen toiminnan mukaisesti ja valinnoilla pystytään vaikuttamaan eri tasojen väliseen revisioitumiseen. Martio (2015) esittelee kolme revisiointimenetelmää tuoterakennetasojen väliseen revisiointiin. Ensimmäisessä revisiointimenetelmässä ko-

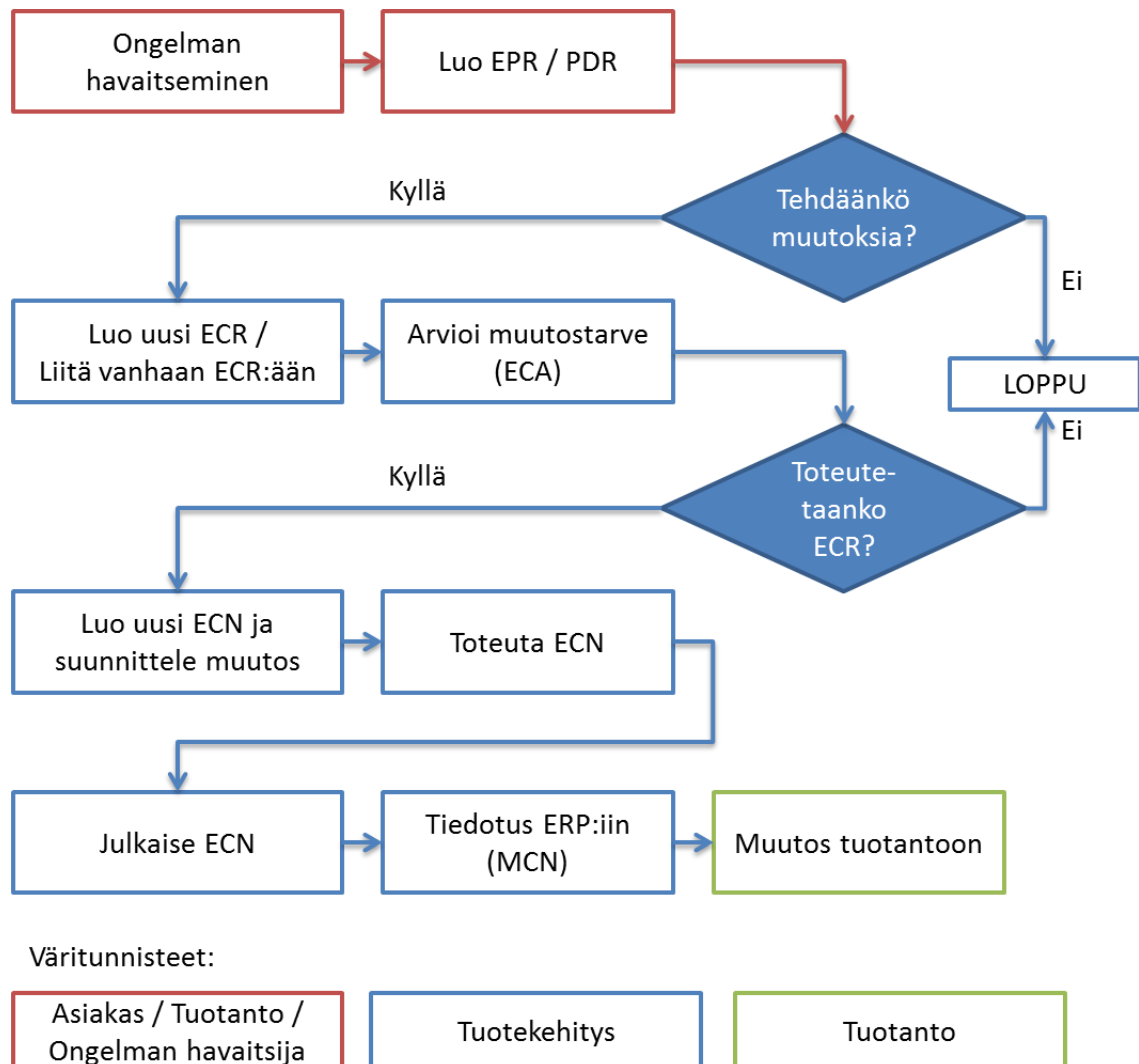
koonpanotaso revisioituu komponentin mukana. Menetelmän etuna on helppo muutos-historian seurattavuus, koska kaikki komponenteissa tapahtuvat merkitykselliset muu-tokset näkyvät suoraan kokoonpanon revisiosta. Menetelmän haittana on koko raken-teen revisioituminen, koska alimmalla tasolla oleva muutos revisioituu taso tasolta koko rakenteen ylimmälle tasolle asti. Toinen menetelmävaihtoehto on käyttää komponentin efektiivisyysattribuuttia. Menetelmän perusteella komponentille annetaan efektiivisyysarvo, joka määrittää komponentin tietyn revision käyttöönotto- ja käytönlopetus-päivämäärät. Efektiivisyyttä käytettäessä rakenteen kokoonpanotasoa ei revisioida. Me-netelmän haittapuolena on efektiivisyysattribuutin vaatimus kaikille komponenteille, joka tekee järjestelmästä raskaan hallittavan. Kolmannessa menetelmässä vanha kom-ponentti korvataan suoraan uudella revisiolla. Tämän menetelmän perusteella kokoon-panotason revisioon ei vaikuta komponenttien revisioituminen, mutta kokoonpanolle tulisi olla oma muutoshistoriataulukointi, josta tehdyt muutokset pystytään jäljittämään.

Martion (2015) mukaan konfiguroidut variantit voidaan tarvittaessa päivittää normaalin tuoterakenteen tavoin revisioimalla. Tuotevariantin ominaisuuksien muokkausta kutsu-taan uudelleenkonfiguroinniksi. Uudelleenkonfiguroinnissa vanhan tuotteen rakennetta muokataan siten, että uusi rakenne vastaa vaadittuja parametrejä. Tällöin pyritään hyö-dyntämään mahdollisimman paljon variantin omaa tuoterakennetta. Yleisempi ja kevy-empi toimintatapa on uuden variantin konfigurointi. Konfiguraattori muodostaa aina uuden tuoterakenteen eli variantin, vaikka asetetut optiot olisivat täysin samat jo muo-dostetun variantin kanssa. Tästä syystä konfiguraattorilla muodostettujen identtisten varianttien ei tarvitse täyttää revisiointin aiheuttamia yhteensopivuussääntöjä, joka hel-pottaa esimerkiksi varaosien hallinnointia. Konfiguroidun tuoterakenteen tapauksessa päivitetty rakenne voidaan muodostaa geneeriselle tasolle ja uudet päivitetyllä raken-teella olevat variantit muodostetaan konfigurointisääntöjen avulla.

3.3.3 Muutosten hallinnan muutosprosessi ja työnkulku

Muutoksenhallinnan olennainen osa-alue on muutosprosessin määrittäminen ja työnkulku. Kuvassa 11 on esitetty yksinkertaisen muutoksenhallinnan prosessikaavio. Eri roolit muutosprosessin aikana on esitetty väritunnisteiden avulla. Muutosprosessin eri vaiheet perustuvat luvussa 3.3 esitettyjen muutosobjektien toimintaan. Tiettyssä prosessin vai-heessa käytetyn muutosobjektin lyhenne on esitetty prosessikaaviossa. Prosessin tarkoi-tuksena on tehdä muutosten hallinnasta järjestelmällistä ja laadukasta sekä vähentää virhealttiutta. Muutosprosessi on yrityskohtainen ja se luodaan tukemaan yrityksen normaalia toimintaa. Muutosprosessin eri vaiheissa tehtäviin päätöksiin liitetään henki-löt sekä henkilöiden välinen työnkulku. Henkilöt arvioivat, tekevät tarvittavat muutok-set tai hyväksyvät prosessin työvaiheessa tehtävät toimenpiteet. Työnkulku kuvataan perinteisesti kaaviolla, joka kertoo kuinka työvaiheet etenevät, mitä objekteja liittyy työvaiheeseen sekä ketkä henkilöt vaikuttavat työvaiheeseen. Watts (2011) mukaan kaikkien henkilöiden tai yksiköiden joihin muutos voi vaikuttaa, tulisi osallistua muu-

toskiertoon. Tämän avulla yksikkö voi estää heidän toimintansa kannalta haitallisen muutoksen tapahtumisen jo varhaisessa vaiheessa. Esimerkkinä työnkierrosta toimii kuvan 8 muutosprosessin vaiheistus.

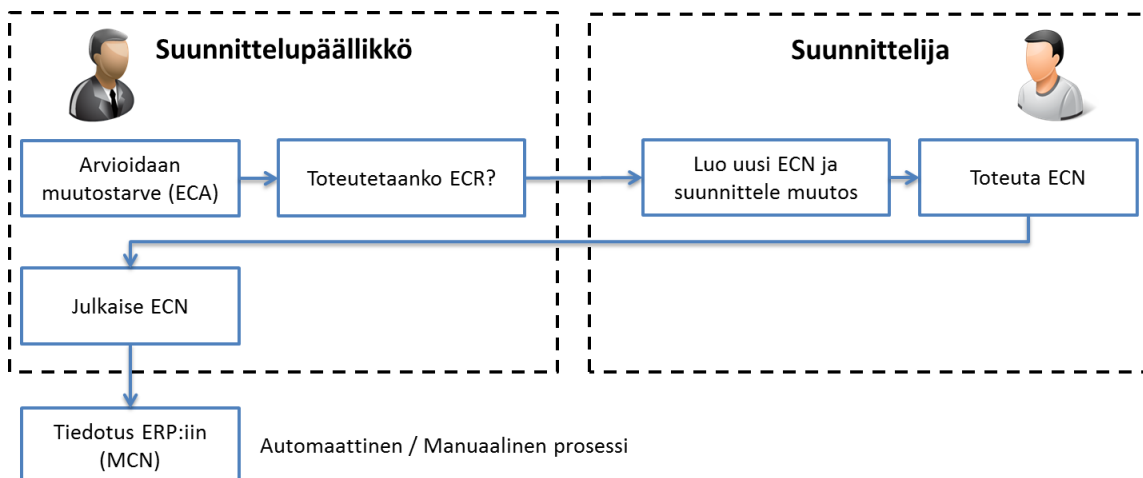


Kuva 8. Muutosprosessin työvaiheet ja karkea roolitus, muokattu lähteistä (Martio 2015, Sääksvuori & Immonen 2002).

Kuvassa 8 on esitetty eri osastojen välinen työkierto, mutta lisäksi osaston sisällä voidaan pitää erillinen alityönkierto. Tässä työnkierrossa muutostarpeen ja muutospyynnön voi hyväksyä esimerkiksi osaston esimies, joka ohjaa hyväksytyn muutospyynnön valitsemallensa työntekijälle. Työntekijä luo ja toteuttaa muutosilmoituksen, jonka esimies tarkistaa ja kuittaa työn valmistuttua. Tämän avulla pystytään seuraamaan helpommin suunnittelijoilla olevien muutosten etenemistä ja muutosten sisältöä osastotasolla. (Martio 2015)

Esimerkki tuotekehitysosaston sisäisestä alityönkierrosta on esitetty kuvassa 9. Esimerkissä käytettyjen suunnittelupäällikkö ja tuotesuunnittelija -roolien lisäksi muutosilmoitus voi kiertää useiden eri henkilöiden kautta, jotta muutosilmoitus tavoittaa mahdolli-

simman suuren käyttäjäjoukon. Lisäksi laaja työnkulku voi estää haitallisen muutoksen etenemisen tuotekehityksestä tuotantoon. Kuvan 9 alityönkierto perustuu kuvassa 8 esitettyyn yrityksen laajuiseen muutosprosessiin. (Martio 2015)



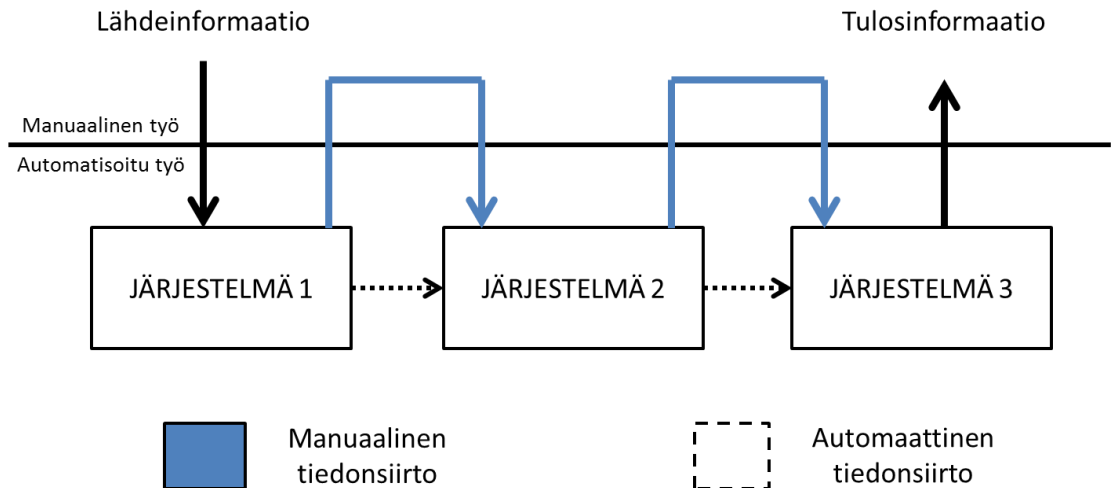
Kuva 9. Esimerkki tuotekehityksen sisäisestä roolituksesta ja työnkierrosta.

Kuvassa 9 esitetty työnkulku on supistettu versio todellisesta työnkulusta. Usein eri rooleissa oleville henkilöille määritetään useita eri työtehtäviä (tasks) yhden prosessin vaiheen aikana. Työtehtävissä voidaan määrittää tarkemmin prosessinvaiheessa vaadittuja toimenpiteitä tai pyytää lisätietoja vaiheessa tehdyistä toimenpiteistä. Työnkierron avulla muutoksenhallintaa pystytään seuraamaan ja hallitsemaan järjestelmällisesti. Valmiiksi määritetyn työkierron huono puoli on jäykkyys. Jäykkyys estää esimerkiksi tuotekehityksessä tiettyjen prosessien suorittamisen muutoksenhallinnan ulkopuolella, vaikka työnkierrolle ei olisi tarvetta. (Martio 2015)

3.4 Järjestelmäintegraatio

Tähtinen (2005) mukaan järjestelmäintegraation luominen on prosessi ja toimintatapa, jonka tarkoituksena on muuttaa manuaalisesti suoritettavia tiedonsiirtoprosesseja automatisoituihin sähköisiin prosesseihin. Integraation tarkoituksena on luoda toimintatavat tietoteknisten järjestelmien yhdistämiseksi, jotta toisistaan erilliset ja yhteensopimattomat järjestelmät saadaan keskustelemaan automaattisesti keskenään. Tähtisen (2005) mukaan integraation taustalla on useimmiten halu siirtää informaatiota järjestelmien välillä tai monitoroida tietoa yhden järjestelmän kautta. Automaattisen tiedonsiirron avulla liiketoimintaprosessit nopeutuvat, tiedon syöttämisen tarve useisiin järjestelmiin vähenee ja työaika vapautuu muihin tehtäviin. Edellä mainitut toimenpiteet parantavat tiedon luotettavuutta ja vähentävät tehtyjen virheiden määrää, mutta yleisesti integraatio kehittää koko yrityksen liiketoimintaa. Yrityksen liiketoiminta vaatii useiden organisaation sisäisten osastojen työpanoksen ja usein käytössä on useita eri järjestelmiä. Integraation avulla pystytään luomaan ratkaisu, jonka kautta tiedonsiirto saadaan suoritettua keskitetysti yhden järjestelmän välityksellä useisiin eri järjestelmiin. Kuvassa 10 esite-

tään Tähtisen (2005) laatimasta mallista muokattu kaavio manuaalisen ja automaattisen tiedonsiirron etenemisestä eri järjestelmien välillä. Kuvaajan mukaan manuaalinen työ-määrä voi moninkertaistua jo kolmen yhteistä tietomäärää hyödyntävän järjestelmän välillä. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)



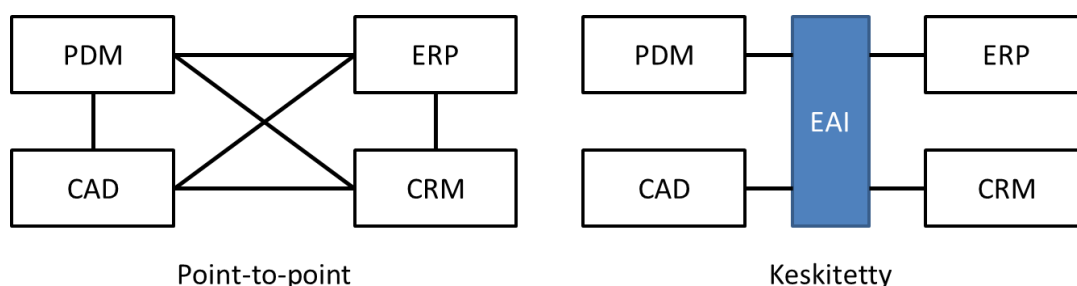
Kuva 10. Manuaalisen ja automaattisen tiedonsiirron eteneminen, muokattu lähteestä (Tähtinen 2005).

Järjestelmäintegraation luontivaiheessa on tärkeää määritellä missä järjestelmässä mitään tietoa hallinnoidaan. Jokaiselle käsiteltävälle tiedolle valitaan määritysten perusteella omistajajärjestelmä eli master. Masterilla ylläpidetään valittua tietoa ja tieto välitetään integraation avulla muihin järjestelmiin. Järjestelmäintegraatiota luodessa on tärkeää huomioida koko järjestelmäarkkitehtuuri. Tuotetiedonhallintajärjestelmä, toiminnanohjausjärjestelmä, dokumentointijärjestelmät, raportointijärjestelmät ja CAD-järjestelmät vaativat yhtenäistä tuotetietoa, joten integraation tulisi kattaa mahdollisimman laaja järjestelmäkokonaisuus. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

Tähtisen (2005) järjestelmäintegraatiomalli sisältää viisi eri järjestelmäkerrosta. Integraation alin kerros on itse järjestelmä, joka integroidaan toiseen järjestelmään. Järjestelmäintegraation luominen vaatii aina integroitavilta järjestelmiltä rajapinnan, jonka kautta järjestelmässä olevaa tietoa voidaan lukea tai kirjoittaa. Rajapinnan lisäksi vaaditaan erillinen fyysinen siirtotie, joka toimii tiedonvälittäjänä eri ohjelmistojen rajapintojen välillä. Siirtotie voisi yksinkertaisimmillaan olla esimerkiksi CD-levy tai tiedosto. Siirtotie ja siihen liittyvät tekniset objektit, kuten verkkoarkkitehtuurit ja etäkutsuarkkitehtuurit on yhdistetty yhdeksi siirtokerrokseksi, joka toimii integroitavien järjestelmien rajapintojen välillä tiedonvälittäjänä. Toimivan siirtokerroksen avulla tieto saadaan siirrettyä järjestelmästä toiseen tiedon laadun säilyessä muuttumattomana. Siirtokerroksen lisäksi voidaan vaatia informaation käsittely- ja muunnoskerros, jos integroitavat ohjelmistot eivät lähetä ja vastaanota tietoa yhtäläisessä muodossa. Muunnoskerros kääntää lähettävän ohjelmiston tietopakettien vastaanottavan ohjelman lukemaan muotoon. Integraatiomallin ylin kerros on integraatioprosessien kontrollointikerros.

Kerroksessa määritetään integraation tavat, jotka soveltuvat yrityksen käytössä oleviin prosesseihin. Integraatiomalli on yleistetty versio todellisesta integraatiosta, jonka toteutus riippuu integroitavista järjestelmistä ja niiden toimintaperiaatteista.

Järjestelmäintegraatio laajan järjestelmäkokonaisuuden sisällä voidaan toteuttaa point-to-point menetelmän tai keskitetyn tiedonsiirtomenetelmän avulla. Point-to-point integraatiossa tiedonsiirto suoritetaan suoraan eri järjestelmien välillä, kun keskitetyssä tiedonsiirrossa hyödynnetään järjestelmien välillä toimivaa välikerrosta. Yrityksen sisäinen järjestelmäintegraatiomalli, joka tähtää järjestelmien integroimiseen välikerroksen tai middleware-ohjelmistotuotteen avulla on EAI (Enterprise Application Integration). Keskitetty tiedonsiirtoprosessi ei vähennä integraatioiden kokonaislukumäärää, koska kaikkien keskenään kommunikoivien järjestelmien välille täytyy luoda tietomuunnosprosessit. EAI ainoastaan helpottaa järjestelmien välisen tiedonsiirron hallintaa sekä seuranta esimerkiksi middleware-ohjelmiston erillisen käyttöliittymän kautta. Menetelmien toimintaa on havainnollistettu kuvassa 11. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002, Tähtinen 2005)



Kuva 11. Integraatioratkaisut, perustuu lähteisiin (Sääksvuori & Immonen 2002, Tähtinen 2005).

CAD ja PDM -järjestelmien välinen integraatio sisältää 3D-mallien, piirustusten ja tuoterakenteiden jakamisen järjestelmien välillä. Integraatio voi olla yksi tai kaksisuuntainen, jolloin tieto siirtyy joko CAD-järjestelmästä tuotetiedonhallintajärjestelmään tai vaihtoehtoisesti molempiin suuntiin. Integraation suunta vaikuttaa siihen, että voidaan-ko muutoksia esimerkiksi tuoterakenteiden 3D-kokoonpanoihin tehdä molemmissa järjestelmissä, vai ainoastaan CAD-järjestelmän puolella. Kaksisuuntainen integraatio on huomattavasti yksisuuntaista raskaampi toteutettava CAD–PDM integraatiossa. Mallien ja dokumenttien lisäksi järjestelmien välillä siirtyy nimikkeiden attribuuttitiedot. Integraation kannalta on tärkeää valita, että kumpi järjestelmä toimii master-järjestelmänä nimikkeiden ja nimikerakenteiden luontivaiheessa. Valinnan avulla pystytään määrittämään yrityksen toimintatapa tuotteiden suunnitteluun. PDM-järjestelmän toimiessa pää-järjestelmänä nimikkeet ja nimikerakenteet luodaan usein ennen CAD-malleja. Tässä tapauksessa CAD-rakenne luodaan nimikerakenteen perusteella jälkikäteen. Integraation ansiosta alustavasti luotu nimikerakenne kehittyy CAD-mallin mukaisesti työn edetessä. Toinen tapa on CAD-mallien ja rakenteiden mallintaminen ennen nimikkeitä ja

nimikerakennetta. Tässä menetelmässä nimikerakenne muodostetaan mallinnetun tuotteen 3D-rakenteen mukaisesti. (Peltonen et al. 2002)

Tuotetiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän välinen integraatio perustuu nimiketiedon ja nimikkeen attribuuttitiedon siirtymiseen järjestelmien välillä. Järjestelmien yhteisille tietokentille tulee valita hallitseva järjestelmä, josta tieto syötetään toiseen järjestelmään. Sovittu tiedonsyöttömenetelmä auttaa järjestelmien ylläpitämisessä samassa ajanhetkessä. Usein tuotetiedonhallintajärjestelmä sisältää toiminnanohjausjärjestelmää kehittyneemmän muutoksenhallintatyökalun. Tästä syystä tiedot, jotka voidaan hallita PDM-järjestelmän puolella, pyritään käsittelemään tuotetiedonhallintajärjestelmän muutoksenhallinnan avulla. Osaa toiminnanohjausjärjestelmän vaatimasta attribuuttitiedosta ei voida hallita tuotetiedonhallintajärjestelmän puolella. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi osavalmistuksen, kokoonpanon ja hankinnan tietyt attribuutit. Haasteen tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän integraatiolle voi luoda järjestelmien eri lähtökohdat. Eri vuosikymmeniltä lähtöisin olevien järjestelmien integroiminen voi olla haastava ja kallis projekti saavutettuun hyötyyn verrattuna. Lisäksi konfiguroitujen tuotteiden käsittely tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän välillä voi olla haaste, koska järjestelmät käsittelevät komponenttien välisiä riippuvuuksia eritavoilla. (Peltonen et al. 2002)

Järjestelmäintegraatiossa suoritettava tiedonsiirto voidaan suorittaa useiden eri menetelmien avulla. Integraation kannalta on tärkeää päättää halutaanko tieto lukea hallitsevasta järjestelmästä, vai halutaanko se kopioida kaikkiin tietoa hyödyntäviin järjestelmiin. Tiedonsiirto voidaan suorittaa järjestelmien välillä yksi- tai kaksisuuntaisena. Yksisuuntainen tiedonsiirto tarkoittaa tiedonsiirtymistä järjestelmästä A järjestelmään B. Kaksisuuntaisessa tiedonsiirrossa tieto siirtyy sekä järjestelmästä A järjestelmään B että järjestelmästä B järjestelmään A. Tiedonsiirron laajuus valitaan yrityksen tarpeet huomioiden, koska usein yksisuuntainen tiedonsiirto on huomattavasti kevyempi toteuttaa. Tiedonsiirtomenetelmävaihtoehtoina ovat esimerkiksi manuaalinen tiedonsiirto, siirtotiedosto tai järjestelmien välinen tietokantaintegraatio. Siirtotiedostoa on käsitelty tarkemmin luvussa 3.4.1 ja tietokantaintegraatiota luvussa 3.4.2. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

3.4.1 Siirtotiedosto

Järjestelmien välinen tiedonsiirto voidaan suorittaa siirtotiedoston avulla. Siirtotiedosto voidaan luoda joko manuaalisesti tai automaattisesti ohjelmassa, josta tieto halutaan siirtää muihin järjestelmiin. Luotu siirtotiedosto luetaan siirron jälkeen ohjelmassa, johon tieto halutaan kuljettaa. Kuvassa 12 on esitetty yksinkertaistettu tiedonkulku PDM-järjestelmässä luodun informaation siirtämisestä toiminnanohjausjärjestelmään siirtotiedoston avulla. Esimerkissä siirtotiedostona käytetään PDM-järjestelmän lähettämää XML-tiedostoa, joka voi sisältää esimerkiksi nimikkeen perus- ja attribuuttitiedot. Siirtotiedosto siirtyy järjestelmästä toiseen siirtokerroksen avulla. Lisäksi siirtotiedosto voi-

daan käyttää muunnoskerroksessa, jossa XML-tiedoston rivit voidaan muuntaa ERP-järjestelmän lukemaan muotoon. Muunnoskerroksessa voidaan hyödyntää esimerkiksi middleware-ohjelmistoa. Kuva 12 ei sisällä muunnoskerrosta. (Sääksvuori & Immonen 2002, Tähtinen 2005)



Kuva 12. Siirtotiedosto, muokattu lähteestä (Sääksvuori & Immonen 2002).

Siirtotiedoston luomista varten tulee luoda määrittelydokumentti. Dokumentin tarkoituksena on määrittää siirtotiedoston rakenne, joka kertoo eri tietokenttien sisällön käsiteltävissä ohjelmissa. Taulukon luomista varten on määriteltävä mitä tietoa halutaan siirtää, miten tieto siirretään ja minkälaisessa tiedostomuodossa. Dokumenttiin tulee kirjata järjestelmiä vastaavat tietokentät sekä selvittää minkälaisella rakenteella tieto eri järjestelmiin syötetään. Taulukossa 4 on kuvattu esimerkki siirtotiedoston määrittelytaulukosta. (Sääksvuori & Immonen 2002)

Taulukko 4. Siirtotiedoston määrittely (Sääksvuori & Immonen 2002).

Kentän nro	Kentän nimi vastaanottavassa ohjelmassa	Kentän nimi lähettävässä ohjelmassa	Kentän maksimipituus vastaanottavassa ohjelmassa	Kentän pituus lähettävässä ohjelmassa	Kentän pituus siirtotiedostossa	Onko tieto pakollinen tiedonsiirrossa
1	Tuotekoodi	Nimikekoodi	Merkkejä 30	18	18	on
2	Tyhjä	Tyhjä	–	–	–	ei
3	Nimitys	Kuvauskenttä 1	Merkkejä 50	38	38	on
4	Tekninen tieto	Kuvauskenttä 2	Merkkejä 50	50	50	on
5	Yksikkö	Nimikkeen suure: kpl/kg	Merkkejä 8	3	3	on
6	Piirustusnumero	nimikekoodiin liitetyn dokumentin koodi	Merkkejä 30	18	18	on
7	Piirustuksen revisio	nimikekoodiin liitetyn dokumentin revisio	Merkkejä 8	3	3	on

Määrittelytiedostoon luotujen sääntöjen perusteella pystytään luomaan siirtotiedosto, joka lähetetään järjestelmästä toiseen. Siirtotiedoston tiedostomuotona käytetään yleisesti XML (Extensible Markup Language) -merkkauskieltä. XML tiedonsiirtoteknologian avulla tietosisältö pystytään esittämään standardoidussa rakenteellisessa muodossa, joka helpottaa suuren tietosisällön jäsentämisessä. XML-dokumentti koostuu elementeistä eli tageista, jotka ovat tiettyä elementtityyppiä. XML-dokumentissa eri elementeille määritetään tietosisältö, joka rajataan alku- ja lopputunnisteen avulla. XML-dokumentin sisältämä esimerkki1-elementti ja sen tietosisältö voidaan esittää muodossa

<esimerkki1> Elementin tietosisältö </esimerkki1>

jossa <esimerkki1> on elementin alkutunniste ja </esimerkki 1> lopputunniste. Elementin tietosisältö voidaan määrittää tarpeen mukaan ja se voi olla esimerkiksi numero- tai tekstitietoa. XML-dokumentin toimivuuden kannalta on olennaista, että kaikki elementit muodostuvat alku- ja lopputunnisteesta. Lisäksi tiedoston rakenteen tulee olla oikein muodostettu ja vastaanottavan ohjelman tulee tietää mitä elementtejä ja tietosisältöä dokumentti sisältää. Tämän avulla esimerkiksi ERP-järjestelmä pystyy luomaan nimikkeen PDM-järjestelmän lähettämän XML-tiedoston perusteella. XML-tekniikan lisäksi siirtotiedostona voidaan käyttää useita eri tekstidokumentteja, joissa tietosisällön tietokentät pystytään erottelamaan toisistaan välimerkkien avulla. Tiedostomuotoa joka sisältää taulukon tietoa tallennettuna tekstitiedostoon kutsutaan lyhenteellä CSV (comma-separated values). (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

Siirtotiedoston etuna järjestelmäintegraation toteutuksessa on helppo ja edullinen toteutus. Tiedoston luominen ei vaadi hankalaa ohjelmointia ja integraatiolta vaaditaan ainoastaan hyvin määritellyt tietokentät, jotka järjestelmien välillä integroidaan. Lisäksi siirtotiedostoa on helppoa muuttaa, jos järjestelmien väliseen tiedonsiirtoon halutaan tehdä muutoksia. Siirtotiedoston huonoja puolia ovat tiedostojen siirron hitaus. Lisäksi paljon tietoja sisältävät siirtotiedostot voivat olla todella haastavia hallittavia tiedon vastaanottajan näkökulmasta. Huonona puolena on myös tiedon kopioituminen useaan eri tietokantaan reaaliajattomasti, jolloin tieto voi olla ristiriitaista tietyllä hetkellä. Siirtotiedosto lähetetään järjestelmästä toiseen useimmiten tietyn prosessin aikana esimerkiksi muutoksenhallintaprosessin muutosilmoituksen julkaisu -vaiheessa. (Sääksvuori & Immonen 2002)

3.4.2 Tietokantaintegraatio

Tietokantaintegraatio on järjestelmäintegraatiomenetelmä, jonka avulla järjestelmät pystyvät päivittämään omia tietokenttiä muiden järjestelmien tietokantojen avulla. Integraation tarkoituksena on jakaa tiettyä haluttua tietoa eri ohjelmien välillä, jotta järjestelmästä saatava tieto pysyy reaaliaikaisena. Tietokantaintegraatiossa tieto joko luetaan lähettävän ohjelman tietokannasta tai kopioidaan ohjelman omaan tietokantaan. Tietokantaintegraation avulla on mahdollisuus luoda yhteys, jonka välityksellä eri ohjelmistosta voidaan etsiä, muokata tai lisätä toisen järjestelmän sisältämää tietoa. Esimerkiksi PDM – ERP väliseen tietokantaintegraatioon voidaan luoda toiminta, jonka avulla tuotetiedonhallintajärjestelmästä voidaan muokata toiminnanohjausjärjestelmän tietokannassa sijaitsevia tuoterakenteita. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

Tietokantaintegraatio suoritetaan ohjelmointirajapintaa hyödyntäen. Ohjelmointirajapinta API (Application Programmin Interface) on jokaiselle ohjelmistolle määritetty rajapinta, jonka avulla tarjotaan erillisiä palveluita muiden sovellusten käytettäväksi. Palveluita käytetään rajapintafunktioiden avulla, joita ulkoiset sovellukset kutsuvat. Rajapintafunktiot voivat esimerkiksi käynnistää järjestelmässä tiedonhakuun ja hallitsemiseen liittyviä toimenpiteitä. Esimerkiksi tuotetiedonhallintajärjestelmässä voi olla käytössä

ohjelmointirajapinta, jonka rajapintafunktiota kutsumalla voidaan pyytää nimikkeen attribuuttitietoja. ERP-järjestelmän kutsuessa PDM-järjestelmän funktiota oman API-palvelun kautta, se voi hyödyntää PDM-järjestelmän nimike- ja attribuuttitietoja omiin tarpeisiin. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

Tietokantaintegraatio on nopea ja automatisoitu tapa toteuttaa järjestelmäintegraatio. Tietokantoja voidaan hyödyntää useiden eri ohjelmistojen välillä, jolloin tieto voidaan jakaa nopeasti yhdestä järjestelmästä useisiin eri järjestelmiin. Integraatio mahdollistaa tiedon hallitsemisen yhden järjestelmän avulla, jolloin tiedonhallinta on hallitumpaa ja järjestelmien sisältämä tieto yhtenäisempää. Tietokantaintegraation haaste on integraation muodostaminen ja mahdollisten muutosten tekeminen. Luotu tietokantaintegraatio perustuu todella syvällisesti järjestelmien tietokantoihin, jolloin pienikin muutos tietokannassa voi rikkoa integraation. Pieni muutos voi johtua esimerkiksi ohjelmiston päivityksestä uudempaan versioon. Tietokantaintegraation luominen vaatii integroitavien järjestelmien toimintaperiaatteiden ja tietokantojen tuntemusta. Haastavan toteutuksen lisäksi integraatio on usein kallis toteutettava. (Peltonen et al. 2002, Sääksvuori & Immonen 2002)

4. TUTKIMUSMENETELMÄT

Lähdemateriaalin hankinnassa ja tutkimuksessa on hyödynnetty perinteisiä tutkimusmenetelmiä. Lähdemateriaali koostuu kirjallisuuden, haastattelujen, yritysvierailuiden sekä palaverien sisällöstä. Diplomityön tekemisessä on hyödynnetty pääasiassa kolmea erillistä tutkimusmenetelmää. Työn teoreettinen osuus perustuu kirjallisuusselvityksen avulla hankittuihin tietoihin, joita hyödynnetään tutkimusosuuden aikana tehdyissä päätelmissä ja suunnitelmissa. Järjestelmäintegraation tutkimusosuus perustuu sekä haastattelu- että toimintaperusteiseen tutkimukseen. Haastattelututkimuksen avulla on pyritty keräämään yksityiskohtaista tietoa yritysten käytössä olevista järjestelmistä, niiden toimintatavoista ja yrityksen käytössä olevista prosesseista. Toimintaperusteista tutkimusmenetelmää hyödynnetään työssä suoritettavassa testiosiossa.

4.1 Haastattelututkimus

Haastattelututkimuksen avulla on kerätty diplomityön tutkimusosuuteen tietoa, joka liittyy olennaisesti tutkimuksen kohteena oleviin järjestelmiin. Järjestelmät ovat konfiguroitu konsernin toimintatapojen mukaiseksi, joten vastaavista standardijärjestelmistä löytyvä teoria ei vastaa täysin yrityksen käytössä olevien järjestelmien toimintaperiaatteita. Haastattelut on suoritettu AGCO Power Oy:n, Valtra Oy:n ja Visma Software Oy:n henkilökunnalle.

Eskola & Suoranta (1998) mukaan haastattelu on yleisin Suomessa käytetty tutkimusmenetelmä laadullisen materiaalin keräykseen. Haastattelut voivat olla muodoltaan kysymys-vastaus -tyyppisiä tai keskustelun omaisia. Haastattelut voidaan jakaa neljään eri haastattelutyyppiin. Strukturoitu haastattelu on tietyssä järjestyksessä ja tietyillä vastausvaihtoehdoilla suoritettava haastattelumenetelmä. Menetelmässä voidaan hyödyntää esimerkiksi lomakepohjaa, joka haastateltavien tulee täyttää. Puolistrukturoidussa haastattelussa käytetään myös valmiissa järjestyksessä olevia kysymyksiä, mutta vastausvaihtoehtoja ei anneta valmiiksi. Teemahaastattelussa haastattelija suunnittelee haastattelun teeman, johon liittyviä kysymyksiä hän esittää. Teemahaastattelussa kysymysten järjestys ei ole vakioitu, eikä valmiita vastausvaihtoehtoja tarjota. Neljäs haastattelutyyppi eli avoin haastattelu on tavallinen keskustelu, jossa haastattelun eri osapuolet keskustelevat aiheisiin liittyvistä asioista. Tässä tilanteessa ei ole määritetty teemoja, jotka tulisi haastattelun aikana käydä läpi. Syvähaastatteluiksi kutsutaan keskusteluja, joita suoritetaan useita ja joissa aihealueeseen perehdytään tiettyjen askelten mukaisesti. Askelten aikana haastattelun aiheeseen pyritään syventymään mahdollisimman tarkasti. Haastattelutyyppi vaikuttaa haastatteluista saataviin tuloksiin, joten tyyppin valinta on

oleellinen osa tutkimusongelman ratkaisemisessa. Avointen ja suullisten haastattelujen tuloksia suositellaan tallennettavaksi joko äänittämällä tai kirjaamalla, mutta tallennusmenetelmä tulee aina kertoa myös haastateltavalle henkilölle. Lisäksi haastatteluista saatuihin lopputuloksiin vaikuttaa oleellisesti luottamus haastattelijan ja haastateltavan välillä. Jos haastateltava ei halua vastata rehellisesti haastattelun kysymyksiin, niin haastattelun tulos on todennäköisesti haitallinen tutkimuksen lopputulokselle. (Eskola & Suoranta 1998)

Diplomityössä käytetyt haastattelutyypit ovat teemahaastattelu sekä avoin haastattelu. AGCO Power Oy:n henkilökunnan kanssa käydyt keskustelut toimivat pohjana tutkimusosuudelle ja etenkin järjestelmien nykytilanteen selvitykselle. Keskustelut ovat olleet avoimia haastatteluja, joiden aihealueita ei ole ennalta tarkasti määritelty. Valtralla ja Visma Softwarella käydyt haastattelut voidaan luokitella teemahaastatteluiksi. Haastattelujen aihealueet määritettiin valmiiksi ja keskustelut liittyivät näihin aihealueisiin. Haastattelut voidaan luokitella myös syvähaastatteluiksi, koska haastattelujen sisällöt tarkentuivat yksityiskohtaisemmiksi keskustelujen edetessä.

4.2 Toimintatutkimus

Diplomityön käytännöntutkimus on suoritettu toimintaperusteisen tutkimusmenetelmän avulla. Toimintatutkimusta hyödynnetään pääasiassa käytännön ongelmien kehityksessä. Lähtökohtana toimintaperusteiselle tutkimukselle on ongelma, jota pystytään kehittämään tutkimuksen avulla. Toimintaperusteinen tutkimus etenee usein pienin syklein, jotta jokaisen askeleen vaikutus itse ongelmaan pystytään analysoimaan. Sykliä aikana suoritetaan pieniä toiminnallisia muutoksia, joiden vaikutuksia tutkimusongelmaan analysoidaan. Syklejä toistetaan niin kauan, kunnes haluttu lopputulos saadaan saavutettua. Susman & Evered (1978) jakaa toimintaperusteisen tutkimuksen viiteen erilliseen syklin vaiheeseen. Vaiheet ovat ongelman määrittely, toiminnan suunnittelu, toiminnan toteutus, arviointi ja opitun tunnistaminen. Syklin viimeisen vaiheen jälkeen arvioidaan lopullista tulosta ja analysoidaan onko tutkimuksen lopullinen tavoite saavutettu. Toimintaperusteiselle tutkimukselle ominaista on tutkijan ja tutkimuskohteen saumaton yhteistyö. Tutkimuksen tekijä on usein organisaation sisäinen henkilö, joka pyrkii kehittämään toimintaa keräten tutkimustietoa. Toimintatutkimuksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että organisaation sisäiset henkilöt ovat halukkaita muutokseen. Tämän avulla henkilöstöstä saadaan tukea tutkimuksen suorittamiseen ja tutkimuksen tulosten käyttöönottoon. (Tiainen et al. 2015)

Tässä diplomityössä suoritettu toimintaperusteinen tutkimus on järjestelmäintegraation testiosuus globaalin Windchill PDM –järjestelmän harjoitustietokannasta Valtra Oy:n SAP ERP –järjestelmän harjoitustietokantaan. Toimintaperusteinen tutkimus on suoritettu AGCO Power Oy:n ja Valtra Oy:n välisessä yhteistyössä. Suurin osa tutkimuksesta ja valmisteluista on suoritettu AGCO Powerin toimipisteellä, mutta lopullisen integraation tuloksia on tarkasteltu yhteistyössä Valtra Oy:n henkilökunnan kanssa.

5. JÄRJESTELMÄINTEGRAATIO

Diplomityön tutkimusosuuden tarkoituksena on selvittää järjestelmäintegraation vaatimukset tuotetiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän välille. Tutkimusosuus suoritetaan AGCO Power Oy:n tuotekehitysosastolle yhteistyössä Valtra Oy:n tuotekehityksen kanssa. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää toimenpiteet, jotka vaaditaan Windchill tuotetiedonhallintajärjestelmän nimiketiedon automaattiseen siirtämiseen Keybox ja SAP toiminnanohjausjärjestelmiin. Keybox on tällä hetkellä yrityksen käytössä oleva toiminnanohjausjärjestelmä, joka on tarkoitus korvata SAP ECC (Enterprise Central Component) toiminnanohjausjärjestelmällä. SAP ECC on standardimuotoisesta SAP ERP -järjestelmästä yrityksen tarpeita varten konfiguroitavissa oleva toiminnanohjausjärjestelmä. SAP ECC -järjestelmän käyttöönotto on osa AGCO-konsernin globaalia toiminnanohjausjärjestelmäprojektia. Projektissa kaikkien AGCO-konserniin kuuluvien yritysten toiminnanohjausjärjestelmä vaihdetaan globaalisti yhteiseen SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Toiminnanohjausjärjestelmän päivityksen jälkeen konsernissa on käytössä sekä yhteinen ERP että PDM -järjestelmä. Projektin tarkoituksena on parantaa tuotetiedon läpinäkyvyyttä sekä tuoterakenteiden hallintaa konsernin sisäisissä projekteissa.

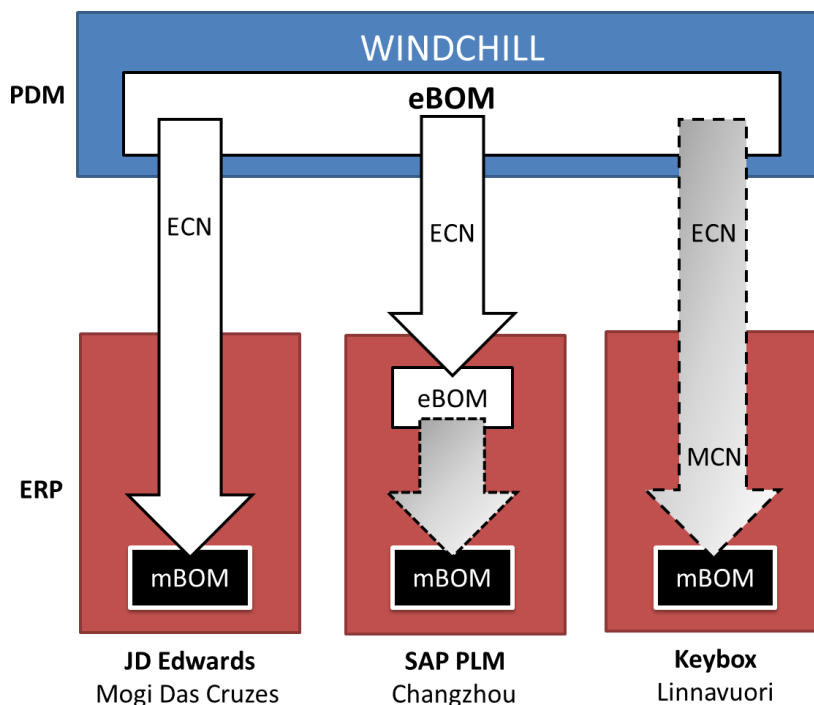
Diplomityön toiminnallinen osuus on integraation testaus konsernin globaalista Windchill testikannasta Valtran SAP-testiympäristöön. Testiosuuden jälkeen on mahdollista analysoida järjestelmäintegraation vaatimukset ja mahdollinen toteutusaikataulu SAP-toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Tällä hetkellä Windchill ja Keybox järjestelmien välillä integraatio suoritetaan manuaalisesti, joka aiheuttaa huomattavasti kaksinkertaista työtä ja heikentää toiminnanohjausjärjestelmän nimiketiedon laatua. Diplomityön tutkimusosiossa selvitetään myös Keyboxin vaatimukset järjestelmäintegraatiolle sekä integraation kannattavuus. Integraation kannattavuuteen vaikuttaa Keyboxin jäljellä olevat käyttövuodet, integraation aiheuttamat kustannukset sekä integraation tuomat toiminnalliset hyödyt.

Järjestelmäintegraation merkitys korostuu AGCO Powerissa kolmen eri tehtaan takia. Yrityksen tuotekehitys vastaa kolmen tuotantolaitoksen tuotteiden suunnittelusta sekä yhteisten nimikkeiden hallinnasta. Yhteisen tuotetiedonhallintajärjestelmän ansiosta kaikkien tehtaiden tuotetieto löytyy Windchill-tuotetiedonhallintajärjestelmästä, joten yhteisten komponenttien ja nimikkeiden hyödyntäminen eri tuotantolaitoksissa on suunnittelun puolesta mahdollista. Järjestelmäintegraation haasteena ovat eri tuotantolaitosten käyttämät toiminnanohjausjärjestelmät. Kaikki tehtaat käyttävät tällä hetkellä eri toiminnanohjausjärjestelmää, joten PDM-ERP integraatioita täytyy AGCO Powerin sisällä luoda kolme erilaista. Tällä hetkellä alustavat järjestelmäintegraatiot on luotu

Brasilian ja Kiinan tehtaille. Tämän tutkimusosion tarkoitus on selvittää järjestelmäintegraation vaatimukset ainoastaan Linnavuoren tehtaan toiminnanohjausjärjestelmään.

5.1 Järjestelmän nykytilanne ja integraation tavoitteet

Järjestelmien nykytilanne on selvitetty Kivelä (2016) kanssa käytyjen haastatteluiden avulla. AGCO Powerin järjestelmäkokonaisuus koostuu yhdestä tuotetiedonhallintajärjestelmästä ja kolmesta eri toiminnanohjausjärjestelmästä. Järjestelmien välinen integraatio perustuu Windchill PDM-järjestelmässä muodostetun muutostiedotteen varaan. PDM-järjestelmässä luotu muutostiedote etsii automaattisesti tietosisällön perusteella ERP-järjestelmät, joihin muutostiedote lähetetään. Etsintä tapahtuu ennalta määritettyjen jakelukohteiden (distribution target) perusteella, jotka on luotu jokaiselle toiminnanohjausjärjestelmälle erikseen. Kaikki muutostiedotteeseen liitetyt nimikkeet tulee olla kytkettynä jakelukohteeseen sen mukaisesti, että missä tehtaassa nimikkeitä käytetään. Kun muutostiedote hyväksytään PDM-järjestelmässä, niin tiedote lähetetään automaattisesti kaikkiin jakelukohteisiin, jotka muutostiedote on kerännyt nimikkeiden perusteella. Tällä hetkellä jakelukohteet toimivat ainoastaan Brasilian ja Kiinan tehtaisiin. Jakelukohteen tarkempi määrittely ja toimintaperiaate käsitellään luvussa 5.4. Yrityksen käytössä olevien järjestelmien välinen yhteys on esitetty visuaalisesti kuvassa 13. Valkoiset nuolet kuvaavat automaattista tiedonsiirtoa järjestelmien välillä ja harmaat katkoviivalla piirretyt nuolet esittävät manuaalisesti suoritettavaa tiedonsiirtoa.



Kuva 13. Järjestelmäintegraation lähtötilanne.

Tuotetiedon siirtyminen, tallennus ja käsittelytapa ovat täysin riippuvaisia käytössä olevasta toiminnanohjausjärjestelmästä. Kuten kuvassa 13 on esitetty JD Edwards ja SAP

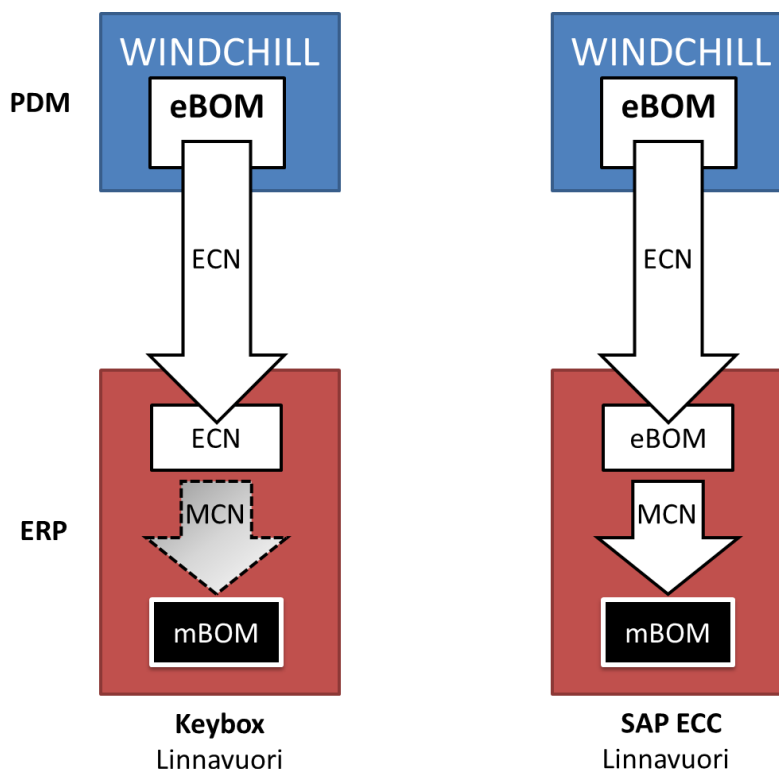
PLM -toiminnanohjausjärjestelmät vastaanottavat muutosilmoituksen automaattisesti. Molemmat järjestelmät ottavat tuotetiedon vastaan Windchill PDM-järjestelmän muutosilmoituksesta ja muodostavat järjestelmään uudet nimikkeet sekä tuotesuunnittelun luomat tuoterakenteet. JD Edwards -toiminnanohjausjärjestelmä käyttää Windchill eBOM-rakennetta (eli suunnittelun tuoterakennetta, s. 19) suoraan mBOM-tuoterakenteena (tuotannon tuoterakenne, s. 19), jonka vuoksi Windchill tuotetiedonhallintajärjestelmään täytyy luoda Mogi Das Cruzesissa käytetyt tuotantorakenteet. SAP PLM ERP-järjestelmä vastaanottaa automaattisesti eBOM-rakenteen, josta mBOM-rakenteet määritetään manuaalisesti tuotannon muutostiedotteen (MCN) kautta. Molemmat järjestelmät lähettävät automaattisen varmennusviestin tuotetiedonhallintajärjestelmään, joka kertoo onko muutostiedote otettu vastaan ja onko tiedote pystytty käsittelemään oikein. Linnavuoren tehtaalla muutostiedote ei siirry automaattisesti PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään. Muutostiedote luodaan tuotetiedonhallintajärjestelmässä, mutta tiedotteen sisältö luodaan erikseen manuaalisesti myös toiminnanohjausjärjestelmän puolella. Toiminnanohjausjärjestelmässä luodaan manuaalisesti uudet nimikkeet, rakenteet sekä olemassa olevien objektien muutoksia koskevat muutostiedotteet. PDM-järjestelmässä luodun globaalisti standardoidun AGCO Part -nimikkeen attribuutit eivät vastaa tällä hetkellä Keyboxin vaatimia attribuutteja, joka aiheuttaa myös lisätyötä muutostiedotetta ja uusia osia luodessa, kun attribuuttien vastaavuudet pyritään pitämään yhtenäisenä. Lisäksi järjestelmät hallitsevat nimikkeiden revisioita eri tavoilla. Keybox hyväksyy versio-attribuutissa ainoastaan yhden merkin, joka on pien- tai suuraakkonen. PDM-järjestelmässä käytettävä globaali versionhallinta vaatii käytettäväksi numerorevisiota. Yleisesti Keybox eroaa toimintatavoiltaan moderneista yrityksen käytössä olevista ERP-järjestelmistä. Keyboxin tuoterakenteiden hallinta ei sisällä tuotteiden eBOM-rakenteita, vaan järjestelmässä hallitaan ainoastaan tuotannon vaatimia mBOM-tuoterakenteita. Tämä toimintaperiaate estää esimerkiksi konfiguroidun tuoterakenteen tuotantokonfiguraattorin hyödyntämisen ERP-järjestelmässä. Erilaisia tuoterakenteita, niiden käyttötapoja ja hyötyjä käsitellään luvussa 5.3.

Järjestelmäintegraation muodostamisen jälkeen muutostiedotteen on tarkoitus siirtyä PDM-järjestelmästä automaattisesti ERP-järjestelmään. Keybox-integraatiota varten tulee muodostaa jakelukohde, jossa Keyboxia varten räätälöity XML-siirtotiedosto siirtyy Windchillistä Keybox ERP-järjestelmään. Alustavan tutkimuksen mukaan automaattisen muutoksenhallinnan ja eBOM-rakenteiden syöttämisen kattava integraatio vaatisi järjestelmän täydellisen uudelleen rakentamisen, koska toimintaperiaate on suunniteltu alun perin ainoastaan mBOM-rakenteiden pohjalle. Työn tavoitteena on suunnitella integraatio, jonka jälkeen tuotesuunnittelun ei tarvitse luoda manuaalisesti uusia nimikkeitä, rakenteita tai muutostiedotteita ERP-järjestelmään. Integraation jälkeen myös mBOM-tuoterakenteiden luominen voidaan siirtää tuotesuunnittelusta tuotannon työtehtäväksi, koska ERP-järjestelmään siirtyvä muutostiedote sisältää kaiken tuotannon vaatiman tiedon. Tällä hetkellä tuotesuunnittelu luo uudet mBOM-tuoterakenteet ERP-järjestelmään, vaikka yrityksessä määritetyn muutoksenhallintapro-

sessin mukaan työtehtävä kuuluu tuotantoyksikölle. Keybox ERP-järjestelmän integraatioselvitys vaatii tiedon muutostiedotteesta lähetettävistä attribuuteista, attribuuttien vastaavuuksista eri järjestelmien välillä sekä nimikkeiden ja nimikerakenteiden siirtotavasta. Keybox-järjestelmäintegraatiota on käsitelty tarkemmin kappaleessa 5.7.

Tulevaisuudessa käyttöön otettavan SAP ECC - toiminnanohjausjärjestelmän järjestelmäintegraatio perustuu AGCO-konsernin muutoksenhallintayksikön luoman SAP-integraation pohjalle. Täydellisesti onnistuneen järjestelmäintegraation jälkeen muutostiedote siirtyy automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmään, jossa se muodostaa uudet nimikkeet sekä eBOM-rakenteet. Lisäksi muutostiedotteesta generoituu automaattisesti tuotannonmuutostiedote, joka vaatii tuotannonohjaukselta esimerkiksi reititysten (routings) ja tuotantopaikkojen valitsemisen (Work Center). Muutostiedote luo automaattisesti uudet mBOM-rakenteet, jotka otetaan käyttöön muutostiedotteen hyväksynnän yhteydessä.

Kuvassa 14 on esitetty järjestelmäintegraation tavoitteet eri toiminnanohjausjärjestelmien kohdalla. Muutostiedotteen siirtyminen ja prosessin vaiheet on esitetty tarkemmin toiminnanohjausjärjestelmäkohtaisissa luvuissa. Kuvassa olevat valkoiset nuolet kuvaavat automaattista tiedonsiirtoa järjestelmien välillä ja harmaat katkoviivalla piirretyt nuolet esittävät manuaalisesti suoritettavaa tiedonsiirtoa.



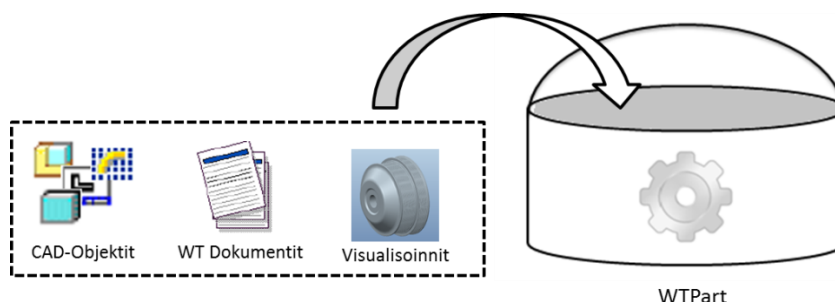
Kuva 14. Järjestelmäintegraation tavoitteet.

Diplomityön ulkopuolelle on rajattu Brasilian ja Kiinan tehtaiden järjestelmäintegraatio. Sekä Brasilian että Kiinan tehtaiden PDM-ERP -integraatiot toimivat tällä hetkellä alus-

tavasti ja olemassa olevia integraatioita voidaan kehittää diplomityön tulosten avulla. Linnavuoren tehtaalle suunniteltua SAP-järjestelmäintegraatiomallia voidaan hyödyntää tulevaisuudessa myös näiden tuotantolaitosten järjestelmäintegraatioiden kehityksessä.

5.2 Nimike Windchill tuotetiedonhallintajärjestelmässä

Windchill-tuotetiedonhallintajärjestelmän nimikeobjektina toimii WTPart (Windchill Technology Part). WTPart esitetään järjestelmässä visuaalisesti harmaan rattaan avulla ja sen attribuuttikentät ovat täysin räätälöitävissä yrityksen tarpeiden mukaisesti. Kivelä (2016) kuvaa WTPart-nimikettä korina, johon voidaan kerätä kaikki nimikkeeseen liittyvät objektit. Nimikkeeseen liittyviä objekteja on havainnollistettu kuvassa 15.



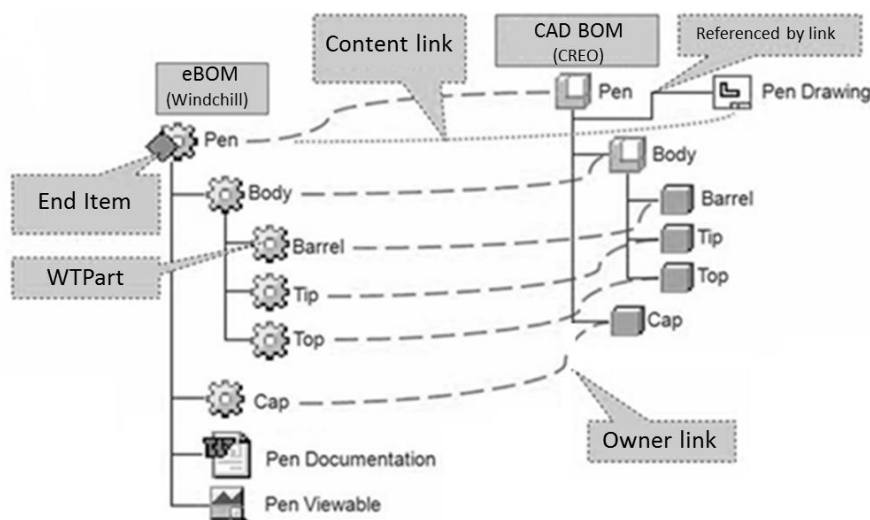
Kuva 15. WTPart-nimikkeeseen liittyvät objektit.

AGCO-konsernin globaalissa Windchill PDM-järjestelmässä standardimuotoinen WTPart on konfiguroitu globaaliksi AGCO Part –nimikkeeksi. AGCO Part nimikkeen tunnus eli nimikenumero otetaan automaattisesti rullasta uutta nimikettä luodessa, joten nimikkeen numero ei sisällä minkäänlaista luokittelua. Tällä hetkellä AGCO Part on kehitysvaiheessa ja nimikkeen attribuuttitiedot eivät ole lopullisesti määritettyjä, vaan niitä kehitetään järjestelmän käyttöönoton laajentuessa. Lisäksi nimikkeeltä puuttuu tällä hetkellä luokittelu-attribuutti, joka helpottaisi komponenttien uudelleenkäyttöä ja etsimistä nimikkeistöstä. Liitteessä A on tehty karkea luokittelu, jonka perusteella moottorikomponentteja voitaisiin luokitella tulevaisuudessa. Luokittelu perustuu Keybox-toiminnanohjausjärjestelmässä käytössä olevaan moottorikomponenttien nimikeryhmittelyyn sekä CAD-ohjelmistoon luotuun luokittelutaulukkoon. Standardikomponenttien luokittelu suoritetaan globaalisti määritettyjen standardien mukaisesti ja yrityksen käytössä olevat standardikomponentit pyritään korvaamaan AGCO-konserniin globaalisti määritetyillä standardikomponenteilla.

AGCO Part –nimikkeen attribuuteissa on valmiiksi huomioitu SAP yhteensopivuus. Nimikkeelle on luotu valmiiksi SAP-toiminnanohjausjärjestelmän vaatimat attribuutit, jotta nimike pystytään syöttämään järjestelmään järjestelmäintegraation avulla. SAP-toiminnanohjausjärjestelmän vaatimia attribuutteja ja järjestelmien objektien välisiä yhteyksiä käsitellään tarkemmin luvussa 5.5. Keybox-toiminnanohjausjärjestelmän järjestelmäintegraation kannalta AGCO Part on huomattavasti haasteellisempi objekti.

Nimikkeen attribuuttitiedot eivät vastaa Keyboxin nimiketietoja ja Keybox tarvitsee attribuutteja joita AGCO Part –nimike ei sisällä. Järjestelmien välistä nimikeintegraatiota ja integraation toteutustapoja käsitellään luvussa 5.7

AGCO Part –nimikkeiden ja järjestelmän muiden objektien väliset yhteydet toimivat Windchill PDM-järjestelmän standardilinkkien avulla. Objektit liitetään nimikkeeseen erillisten linkkityyppien avulla, jotka määrittävät nimikkeen ja mallin välisen yhteyden. AGCO-konsernin toimintatavan mukaan nimikkeen ja sitä vastaavan CAD-mallin välillä CAD-malli hallitsee objektien yhteisiä attribuutteja. Objektien välillä on owner-linkki, jonka ansiosta CAD-mallille määritetyt attribuutit siirtyvät nimikkeelle CAD-mallin check in –komennon yhteydessä (PTC User Community 2011). Jos nimikkeellä on valmiiksi määritettyjä attribuutteja, niin ne korvautuvat CAD-mallin attribuuteilla. AGCO Power hyödyntää CAD-suunnittelussa Windchill-yhteensopivaa Creo Parametric CAD-ohjelmistoa, jossa attribuuttitiedot syötetään CAD-mallille erillisen LinkIt-sovelluksen kautta. Creo Parametric ei sisällä erillistä PDM client -käyttöliittymää, vaan järjestelmä on yhteydessä PDM-järjestelmän web-pohjaiseen Windchill PDMLink käyttöliittymään. Kuvassa 19 on esitetty Winchill PDM-järjestelmän yleinen nimikerakenne, rakenteeseen liittyvä CAD-rakenne ja objektien väliset linkkityypit. CAD-objektien lisäksi rakenteeseen on liitetty muita WTPart-nimikkeeseen yhdistettäviä objekteja.



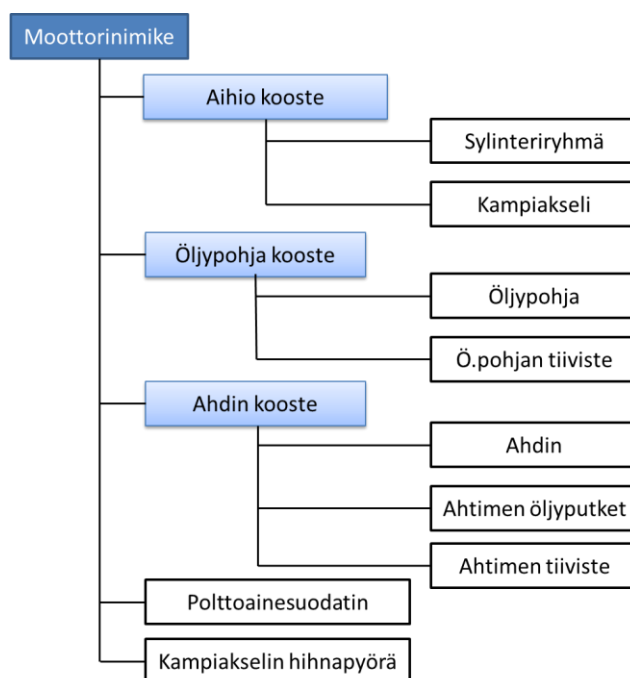
Kuva 16. Nimikerakenne Windchill tuotetiedonhallintajärjestelmässä, muokattu lähteestä (PTC University 2013).

Kuvassa 16 oleva kynän tuoterakenne on yksinkertainen esimerkki nimikerakenteesta Windchill PDM-järjestelmässä. Kuvassa oleva nimikerakenne on suunnittelurakenne (eBOM), jonka kokoonpano on lopputuote kynä. Valmistettava tuote voidaan merkitä End Item –attribuutilla tunnistamisen helpottamiseksi. Pitkillä katkoviivoilla on esitetty Owner Link –yhteydet nimikkeeseen ja sitä vastaavan CAD-mallin välillä. Kynän nimikerakenne sisältää nimikkeiden lisäksi dokumentin (WTdocument), CAD-kokoonpanon visualisoinnin sekä content link –yhteyden CAD-piirustukseen. Tämä yhteys muodostuu CAD-kokoonpanon ja piirustuksen välisen referenssilinkityksen avulla. Yhteyden avul-

la CAD-piirustus on suoraan linkittynyt nimikkeeseen, mutta linkkityyppi ei siirrä attribuutteja objektien välillä (PTC User Community 2011). Erilaisten linkkien avulla nimi-ke voidaan pitää yhteydessä kaikkiin nimikkeeseen liittyviin objekteihin, jolloin kaikki objektit ovat helposti saatavilla samasta sijainnista.

5.3 Tuoterakenteiden kehittäminen ja konfigurointi

AGCO Powerin käytössä oleva tuoterakenne on suunniteltu Keybox toiminnanohjausjärjestelmän prosessien mukaiseksi. Tuoterakenteet ovat osaluettelokohtaisia ja luetteloiden päätasoja hallitaan erillisinä kokonaisuuksina toiminnanohjausjärjestelmässä. Osaluettelot ovat pääasiassa kolmetasoisia tuoterakenteita, joiden ylimmällä tasolla eli tuotetasolla on moottorinimike. Moottorinimikkeen 2-tasolla on alikokoonpanotaso, joka koostuu pääasiassa Keybox-toiminnanohjausjärjestelmää edeltävää ERP-järjestelmää varten luoduista kooste rakenteista. Kooste on tuoterakennemalli, joka koostaa tietyt moottorin komponentit helpommin hallittavampaan muotoon. Koosteet eivät kuitenkaan ole moduuleja, jonka takia niitä ei voida rakentaa alikokoonpanoina ja kiinnittää kokoonpanolinjalla tietyllä tuotannon vaiheella. Koosteen osat voidaan kokoonpanna usealla eri työvaiheella ja koosteen sisältämät komponentit eivät aina ole kokoonpantavissa ilman koosteen ulkopuolisia komponentteja. Koosteiden lisäksi tuoterakenteen 2-tasolla käytetään suoraan komponentteja, jotka eivät kuulu mihinkään koosteeseen. Kuvassa 17 on esitetty erittäin yksinkertaistettu moottoriosaluettelon tuoterakenne.



Kuva 17. AGCO Power osaluettelorakenne.

Tämän hetken moottorituoteperhe on raskas ylläpidettävä, koska erilaisia moottoriosaluetteloita on erittäin paljon. Jokainen osaluettelo luodaan manuaalisesti, jolloin

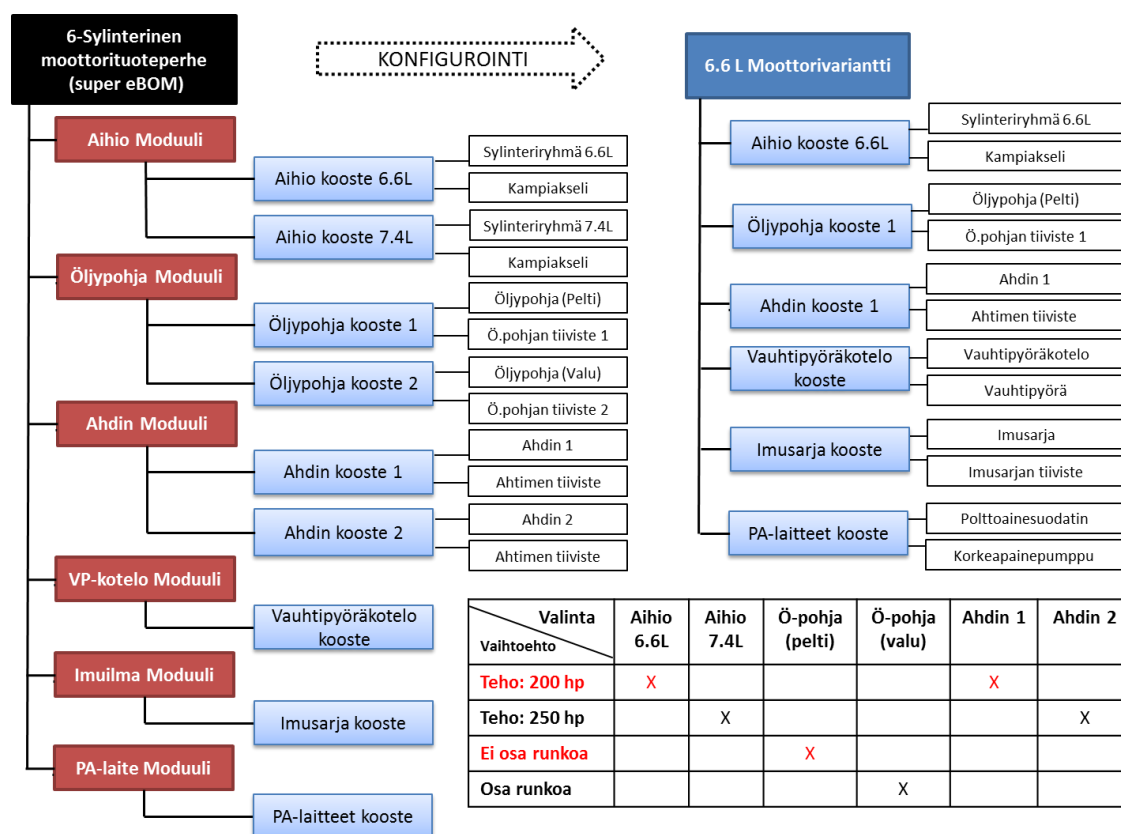
samoja nimikerakenteita saatetaan tuottaa useilla eri osaluettelonumeroilla. Lisäksi alikokoonpanotasolle suoritettava koosteen tai komponentin lisäys, poisto tai vaihto on suoritettava jokaiseen osaluetteloon erikseen. Alikokoonpanotasolla olevien koosteiden tai komponenttien versiomuutokset päivittyvät tällä hetkellä automaattisesti ylemmille tasoille. Koosteiden alitasolle eli komponenttitasolle tehtävät muutokset voidaan tehdä koosteiden sisäisesti. Koosteisiin tehtävät komponenttimuutokset päivittyvät automaattisesti koosteita käyttäviin rakenteisiin.

Suunnittelurakenteen kehityksessä tulisi pyrkiä kolmetasoiseen nimikerakenteeseen, jonka toisella tasolla on ainoastaan koosteita ja parhaimmassa tapauksessa fyysisiä kokoonpanoja. Alikokoonpanotason ansiosta kaikki komponenttimuutokset suoritettaisiin rakenteen kolmannella tasolla, jolloin muutoksenhallintaprosessi olisi kevyempi ja nopeampi toteuttaa. Pyrkimällä alikokoonpanojen minimimäärään, modulointiin ja koosteiden fyysiseen kokoonpantavuuteen pystytään helpottamaan myös tuotannonsuunnittelun työtehtäviä, kuten tuotantolinjan vaihesuunnittelua ja alikokoonpanosolujen muodostamista. Tuoterakenteen kehitysehdotuksena toisella tasolla olevat yksittäiset komponentit tai standardiosat pyritään lisäämään niiden toimintaan liittyviin koosteisiin. Samalla tällä hetkellä käytössä olevista koosteista pyritään muodostamaan fyysisiä alikokoonpanoja. Jos sopivia koosteita ei ole tällä hetkellä käytössä, niin komponenteista täytyy muodostaa uusia alikokoonpanoja.

Nimikerakenteen hallinnan helpottamiseksi uusi tuoterakenne kannattaa muodostaa konfiguroitavaan muotoon. AGCO-konsernin sisällä on määritetty standardimuotoinen geneerinen tuoterakenne, jota käytetään konfiguroitaessa kolmetasoisia tuotevariantteja. Tuotevariantit muodostuvat Windchill options and variants -tuotekonfiguraattorin avulla. Rakenteen ylimmälle tasolle muodostetaan konfiguroitu tuote (Configurable Product), joka AGCO Powerin tapauksessa on moottorin super eBOM (super engineering Bill of Material). Tämä tuoteperherakenne sisältää useiden eri moottorivarianttien vaatimat koosteet ja nimikkeet. Konfiguroituvan tuotteen toinen taso koostuu konfiguroituvista moduuleista. Konfiguroituvat moduulit sisältävät varioituvat koosteet eli rakenteet, jotka vaihtuvat lopullisessa tuotevariantissa. Moduulien sisältämät koosteet valitaan options and variants -konfiguraattorissa muodostettujen konfigurointisääntöjen mukaisesti. Moottorikonfiguraatioon muodostettuja optioita voivat olla esimerkiksi moottorilta vaadittava teho tai tieto toimiiko moottori osana työkoneen runkorakennetta. Edellä mainitut optiot vaikuttavat esimerkiksi moottorin tuotevarianttiin valittavaan moottoriaihioon sekä käytettävään öljypohjaan.

Konfiguroitavat rakenteet muodostetaan moottoriperheille, joiden konfigurointi on tuotehallinnan kannalta järkevää. AGCO Powerin tuoteperhe sisältää useita erilaisia tuotteita, joiden rakenteet eroavat toisistaan huomattavasti. Kaikkien tuoterakenteiden konfigurointi olisi todella työlästä ja konfiguroinnilla saavutetut hyödyt eivät vastaa tätä työmäärää. Tuoterakenteiden kehitysvaiheessa kannattaa kerätä yhteenveto eri osaluetteloiden vaatimuksista ja pyrkiä löytämään rakenteet, joista pystytään kokoamaan toi-

minnallisuuksiltaan järkeviä tuoteperheitä. Nämä rakenteet voidaan yrittää muodostaa esimerkiksi moottorin litratilavuuden tai moottorimalleja käyttävien työkonvalmistajien mukaiseksi. Moottorimalleista joista ei kannata luoda konfiguroitavia tuoterakenteita voidaan luoda manuaalisesti moottorivarianttirakenteet. Kuvassa 18 on esitetty yksinkertaistettu geneerinen moottorirakenne ja rakenteesta konfiguroitu moottorivariantti. Esimerkin konfiguraattorissa on optioina moottorin teho ja tieto onko moottori osa ajoneuvon runkoa. Alla olevassa kuvassa sekä teho että runkovaihtoehtoja on kaksi ja konfiguraattorin käyttäjä pystyy valitsemaan yhden vaihtoehdon molemmista optioista. Kuvassa esitetty moottorivariantti on luotu 200 hevosvoiman tehovaatimuksella ajoneuvoon, jossa moottori ei ole osana runkorakennetta. Tässä tilanteessa pienempi litratilavuus, ahdin 1 ja peltipohja sopivat konfiguroituun moottorivarianttiin. Kuvan oikeassa alakulmassa on konfigurointisääntötaulukko, joka määrittää vaihtoehtojen ja konfiguraattorin tekemien moduulivalintojen väliset yhteydet.



Kuva 18. Tuotevariantin konfigurointi.

Globaalin AGCO Part -nimikkeen käyttöönoton yhteydessä kaikki konsernin yritykset alkavat käyttää yhteisiä nimikkeitä tuoterakenteissaan. Yhteisen nimikkeen käyttö on haaste AGCO Powerille, koska yrityksen toimittama tuote sisältyy jokaisen konsernin työkonvalmistajan tuoterakenteeseen. Yhteisen nimikkeen käyttöönotto vaatii osaluettelonimikkeen, jota pystytään hyödyntämään sekä AGCO Powerin moottorivalmistuksessa osaluettelona, että muiden konsernin laitevalmistajien osaluetteloissa yksittäisenä nimikkeenä. Konfiguraattorin avulla valmistettavat moottorivariantit toimivat mootto-

reiden mBOM (manufacturing Bill of Material) -rakenteina eli osaluetteloina AGCO Powerin omalle moottorituotannolle. Moottorivariantti sisältää kaikki moottorikokoonpanon vaatimat komponentit yhden moottorin kokoonpanoa varten. Konsernin laitevalmistajien tuoterakenteisiin sama tuotevariantti tulisi liittää yksitasoisena ilman alirakennetta, koska moottori toimii työkonevalmistajan tuoterakenteessa komponenttina.

Konfiguroituva tuoterakenne muodostetaan options and variants -konfiguraattorilla tuotetiedonhallintajärjestelmään ja nimikerakenteen yhteyteen linkitetään konfiguroituva CAD-rakenne. CAD-malliin yhdistetyn konfiguraattorin avulla super eBOM -rakenteesta saadaan muodostettua tuotevariantin osaluettelorakenne ja osaluettelorakennetta vastaava CAD-malli. Tuotevariantin CAD-mallia voidaan käyttää apuna esimerkiksi laitevalmistajien moottori-installaatioita suunniteltaessa. Konfiguroitavan tuoterakenteen suunnittelussa kannattaa huomioida konfiguroituvan tuotevariantin käyttötapa toiminnanohjausjärjestelmässä. Ennen järjestelmäintegraation muodostamista tulee valita tapa, jolla tuotannon osaluettelorakenteet muodostetaan toiminnanohjausjärjestelmään. SAP toiminnanohjausjärjestelmään rakenteet voidaan luoda kahdella päämenetelmällä, joita käsitellään luvuissa 5.3.2 – 5.3.3. Samoja menetelmiä hyödynnetään myös mahdollisen Keybox integraation yhteydessä.

5.3.1 Optioiden luominen tuotetiedonjärjestelmässä

Konfiguroitu tuoterakenne Windchill PDM – SAP ECC välisessä järjestelmäintegraatiossa voidaan rakentaa useiden eri toimintatapojen avulla. Eri toimintatapojen taustalla oleva teoria perustuu Jari Sairasen (2016) kanssa käytyihin haastatteluihin. Tuoteperherakenne eli suunnittelun luoma geneerinen tuoterakenne (super eBOM) tuotetaan aina PDM-järjestelmään, josta se lähetetään toiminnanohjausjärjestelmään sovitussa muodossa. Toimintatapojen mukaan valittavat toimenpiteet ovat geneerisen tuoterakenteen konfigurointimenetelmä ja tuotevarianttien luontipaikka. Ennen konfigurointisääntöjen luomista valitaan luodaanko optiot ja ehdot tuotetiedonhallintajärjestelmässä vai toiminnanohjausjärjestelmässä. Jos optiot ja vaihtoehdot luodaan tuotetiedonhallintajärjestelmässä, niin valitaan lähetetäänkö konfiguroitu tuoterakenne sääntöineen ERP-järjestelmään vai konfiguroidaanko tuotevariantit PDM-järjestelmässä. Luvussa 5.3.2 on käsitelty konfiguroitujen varianttien luomista tuotetiedonhallintajärjestelmässä ja luvussa 5.3.3 toiminnanohjausjärjestelmässä.

Tässä diplomityössä optiot ja vaihtoehdot luodaan konfiguroidulle tuoterakenteelle tuotetiedonhallintajärjestelmässä. Etuna PDM-järjestelmässä luoduille optioille ja säännöille on esimerkiksi päivitettävyyys ja mahdollisuus tuotevarianttien visuaalisten mallien luomiseen. Geneerisen tuoterakenteen suunnittelu ja tuotteiden muutoksenhallinta on tuotesuunnittelun vastuulla. Suunnittelun pääasiallinen työympäristö on PDM-järjestelmä, jonka ansiosta tuotesuunnittelu pystyy päivittämään konfigurointisääntöjä valmistettavan tuotteen muutoksenhallinnan mukaisesti. SAP-integraation kannalta konfigurointisääntöjä luodessa kannattaa huomioida standardin mukaiset SAP-optiot. Ni-

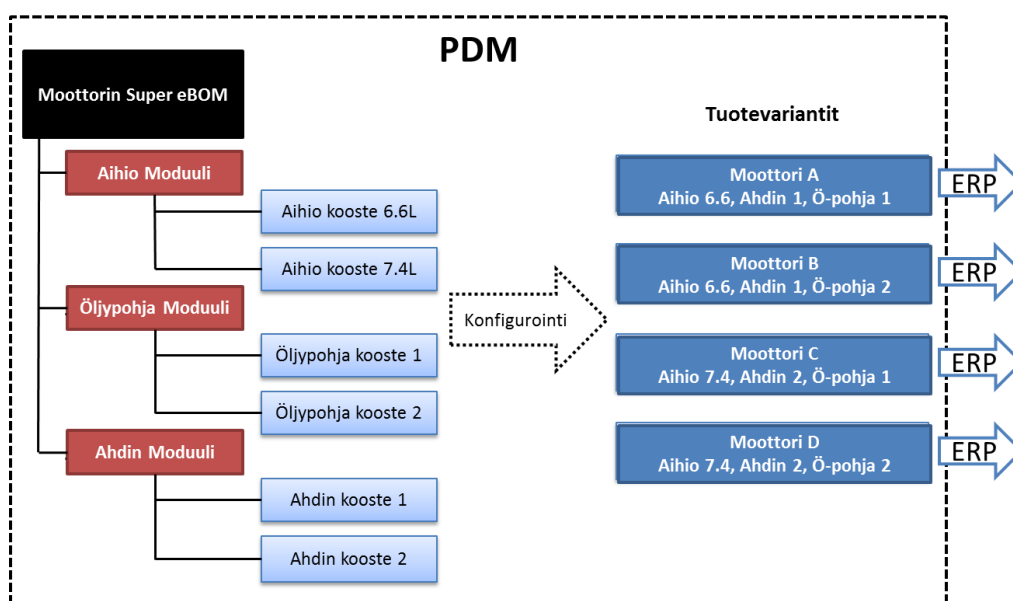
meämällä PDM-järjestelmässä luodut optiot ja vaihtoehdot SAP standardin mukaiseksi voidaan PDM-järjestelmästä exportattuja optioita hyödyntää halutessaan suoraan SAP-toiminnanohjausjärjestelmän tuotantokonfiguraattorissa (Variant Configurator). Tämä menetelmä helpottaa huomattavasti tuotantokonfiguraattorin käyttöönottoa, koska jo luotuja optioita ei tarvitse suunnitella uudelleen. Tuotetiedonhallintajärjestelmässä luotujen optioiden ja sääntöjen avulla voidaan luoda myös visuaalinen tuotevariantti. Yhdistämällä konfiguroitava super eBOM – tuoterakenne vastaavaan CAD super eBOM – kokoonpanoon voidaan luoda yhteys, jonka avulla konfiguroitaessa valittavat optiot ja vaihtoehdot valitsevat tietyt objektit sekä nimike että CAD -rakenteista. Tässä tapauksessa esimerkiksi Valtra T4 traktoria varten valmistettavan moottorivariantin osaluettelo voidaan konfiguroida tiettyjen optioiden avulla ja samalla saadaan luotua visuaalinen malli asiakkaan tuotekehitystä varten. Lisäksi etuna on mallien päivittäminen, koska jokaista tuotevarianttia ei tarvitse päivittää erikseen. Päivittämällä super eBOM CAD – kokoonpanoa saadaan päivitettyä vastaava geneerinen nimikerakenne ja sen avulla tuotantokonfiguraattorin kautta kaikkien tuotevarianttien rakenteet.

5.3.2 Tuotevarianttien konfigurointi tuotetiedonhallintajärjestelmässä

Windchill options and variants –konfiguraattorilla voidaan luoda tuotevariantteja suoraan PDM-järjestelmään. Tuotevariantin luominen aloitetaan luomalla optiot ja vaihtoehdot, jotka kohdistetaan konfiguroitavan tuoterakenteen moduulikokoonpanoille. Optiot ja vaihtoehdot luodaan Windchill PDM-järjestelmässä ”Option Pool” –sovellukseen. Sovelluksen avulla määritetään ne optiot ja vaihtoehdot, jotka voidaan ottaa tuoterakenteeseen käyttöön. Konfiguraattori luo tietyt optiot valittaessa Variant Specification –objektin, joka sisältää nimikkeiden valintasäännöt. Variant Specification -objektin avulla konfiguroidaan lopullinen tuotevariantti eli osaluettelo. PDM-järjestelmään muodostettujen tuotevarianttien heikkous on varianttien yksilöllinen päivittäminen, joka on laajassa tuotevalikoimassa todella työllistävä prosessi. Windchill antaa mahdollisuuden päivittää luotuja tuotevariantteja konfiguraattorin avulla, jolloin Variant Specification –objektin avulla uudelleenkonfiguroidaan päivitettyä super eBOM rakennetta. Toimintatapa on kuitenkin todella monimutkainen ja yhdistämällä se järjestelmään sidottuun muutoksenhallintaan voi konfigurointi aiheuttaa pullonkaulan tuotesuunnitteluun. Sekä tuotesuunnittelun että tuotannon toiminnan kannalta toimivampi ratkaisu on Martion (2015) suosittelema tapa uuden tuotevariantin luomisesta uuden konfiguraation yhteydessä. Nopeamman ja helpomman tuotesuunnitteluprosessin lisäksi uuden tuotevariantin avulla pystytään esimerkiksi jäljittämään tietyn osaluettelon avulla valmistettuja tuotteita, koska toiminnanohjausjärjestelmät hallitsevat paremmin erillisiä tunnusnumeroita kuin revisioita. Tuotetiedonhallintajärjestelmässä luodut tuotevariantit voidaan lähettää toiminnanohjausjärjestelmään muutoksenhallinnan kautta suoritetun integraation kautta. SAP-toiminnanohjausjärjestelmä muodostaa esikonfiguroiduista tuotevariantteista Material-nimikkeitä, jotka käyttäytyvät perinteisten osaluetteloiden tavoin. Osa-

luettelot vaativat integraation jälkeen komponenteille reititysten sekä työpisteiden (work center) määrittämisen. Järjestelmäintegraation sisältämää tiedonsiirtoa käsitellään tarkemmin luvuissa 5.4 ja 5.5.

Tuotevarianttien luominen tuotetiedonhallintajärjestelmässä on Keybox-integraation kannalta toimivin menetelmä, koska toiminnanohjausjärjestelmällä ei ole kykyä käsitellä konfiguroitavaa tuoterakennetta. Konfiguroitavan tuoterakenteen käsittely on monimutkainen prosessi, joten saavutettujen hyötyjen kannalta ei ole järkevää konfiguroida Keybox ERP-järjestelmää käsittelemään super eBOM –rakenteita. PDM-järjestelmän mahdollistama tuotevarianttien luominen toimii hyvänä välivaiheena, jos super eBOM –rakenteisiin halutaan siirtyä ennen SAP-toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoa. Kuvassa 19 on esitetty visuaalisesti tuotevarianttien luominen PDM-järjestelmässä.



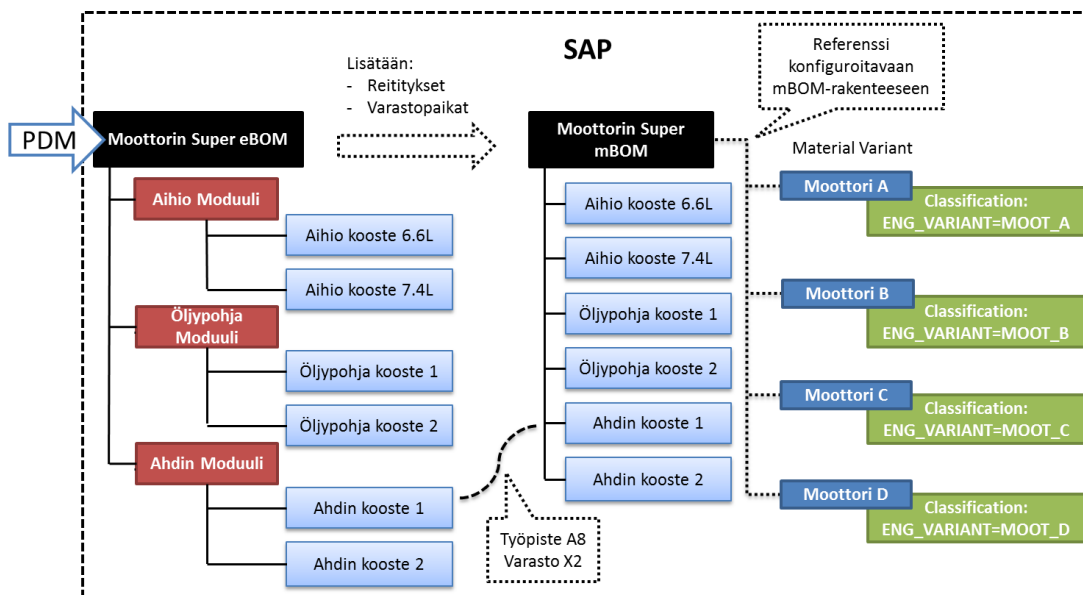
Kuva 19. Moottorin tuotevarianttien luominen tuotetiedonhallintajärjestelmässä.

AGCO Powerin käytössä olevan Windchill PDM-järjestelmän options and variants –konfiguraattori on kehitysvaiheessa, koska konsernin traktorivalmistajat ovat liittymässä globaaliin PDM-järjestelmään tulevaisuudessa. Näiden yritysten valmistamat tuotteet sisältävät todella paljon komponentteja ja vaativat laajaa konfigurointia, jonka takia konfiguraattoria pyritään päivittämään heidän tarpeidensa mukaisesti. AGCO Powerin moottorikonfigurointi pyritään soveltamaan options and variants -konfiguraattorin toimintojen mukaiseksi.

5.3.3 Tuotevarianttien konfigurointi toiminnanohjausjärjestelmässä

Järjestelmäintegraation ja muutoksenhallinnan kannalta toimivin integraatiovaihtoehto on konfiguroitavan eBOM–rakenteen lähettäminen SAP-toiminnanohjausjärjestelmään PDM-järjestelmässä luotujen optioiden ja vaihtoehtojen kanssa. Kun konfigurointisään-

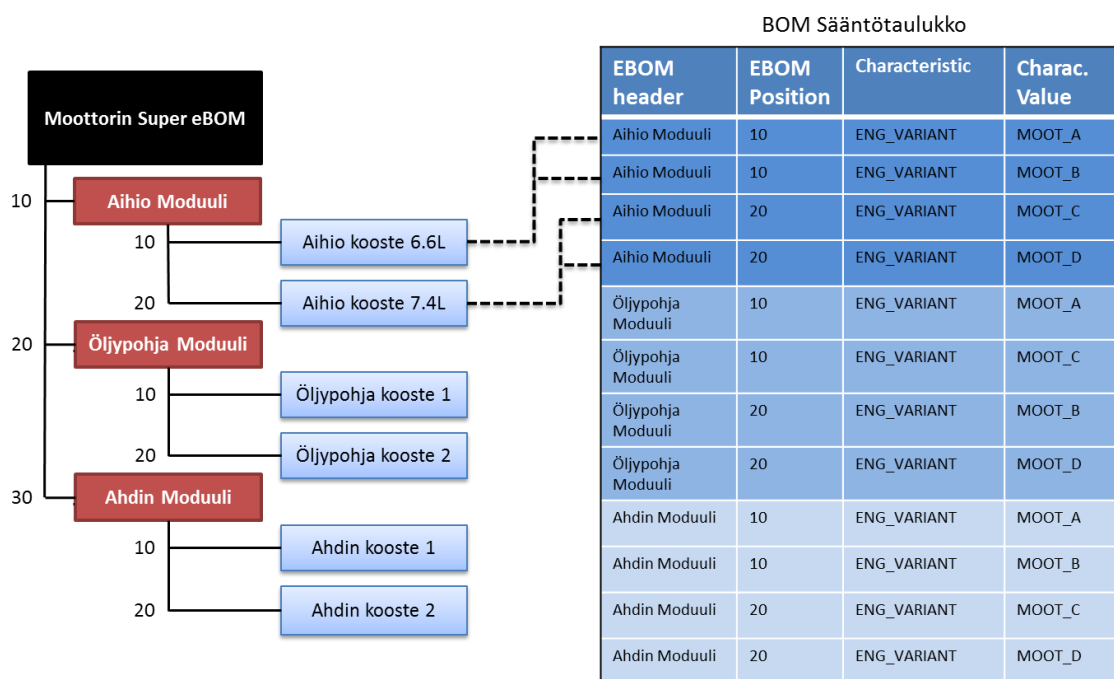
nöt lähetetään PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään, niin järjestelmä vastaanottaa konfiguroidun tuoterakenteen sekä konfigurointisäännöt. Tässä toimintatavassa tuotannon osaluettelovariantit luodaan vasta ERP-järjestelmässä eBOM-mBOM -muunnoksen kautta tuotantokonfiguraattorin tai BOM-sääntötaulun avulla. Muunnoksessa 3-tasoinen super eBOM –rakenne muunnetaan yksitasoiseksi super mBOM –rakenteeksi. Samassa vaiheessa mBOM-rakenteelle syötetään reititykset työpisteille ja varastopaikoille sekä lisätään tieto onko komponentti itse valmistettu vai ostettu. Tuotesuunnittelu merkitsee erillisellä attribuutilla suunnittelurakenteen objektit, jotka eivät ole fyysisiä komponentteja. Komponentteja ovat esimerkiksi moduulitasot, jotka helpottavat tuoterakenteen hallinnoimista PDM-järjestelmässä. Attribuutin avulla pystytään poistamaan nämä komponentit tuotannon super mBOM-rakenteesta. SAP ERP-järjestelmässä konfiguroiduilla Material Variant –nimikkeillä ei ole osaluettelorakennetta, vaan nimikkeet sisältävät ainoastaan referenssin super mBOM –rakenteeseen. Linkki hakee Material Varianttiin kuuluvat komponentit Material Classification –luokittelun perusteella. Tämä toimintatapa vähentää muun muassa tuotesuunnittelun työmäärää, koska tuotevariantteihin tehtävät muutokset suoritetaan tuoteperheen super eBOM rakenteeseen. Tämän rakenteen päivittämisen avulla muutokset päivittyvät mBOM-rakenteeseen sekä referenssiyhteyden avulla automaattisesti material variant -nimikkeisiin. Toimintaperiaate on esitetty kuvassa 20. Esimerkissä olevat koosteet ajatellaan fyysisiksi alikokoonpanoiksi. Jos koosteet eivät ole fyysisiä alikokoonpanoja, niin ne tulee merkitä ”ei fyysinen” -attribuutin avulla. Tällöin super mBOM –rakenteeseen kopioituu koosteiden alla olevat komponentit suoraan ylätasolle. AGCO –konsernissa tämänkaltaisena attribuuttina käytetään Gathering Part sekä Phantom Manufacturing Part –attribuutteja.



Kuva 20. SAP Material Variant –nimikkeiden muodostuminen, muokattu lähteestä (Sairanen 2016).

SAP-toiminnanohjausjärjestelmän eBOM-rakenteelle asetettavan Material Classification –luokittelun avulla määritetään, mitkä tuoterakenteen komponentit referoituvat Ma-

terial Variant -nimikkeelle. Luokittelu muodostetaan sääntötaulukon avulla, johon kerätään tiedot rakenteeseen poimittavan nimikkeen ylätasosta (EBOM header), positioista (EBOM Position), valintasäännöistä (Characteristic) sekä arvoista (Characteristic value), joiden avulla tietty nimike liitetään Material Varianttiin. Characteristic voidaan ajatella placeholder –attribuuttina, jonka avulla voidaan yhdistää Material Variantille haluttuja nimikkeitä konfiguraatiolle määritettyihin sääntöihin. Attribuutin arvojen nimeäminen on täysin yrityksestä riippuva toimintatapa. Sääntötaulukon sijasta konfiguroinnissa voitaisiin käyttää myös SAP Variant Configurator –konfiguraattoria, jolloin PDM-järjestelmän options and variants –konfiguraattorin optioita ja vaihtoehtoja voitaisiin hyödyntää suoraan Variant Configurator –työkalun sääntöjä luodessa. Tästä toimintatavasta ei AGCO-konsernissa ole kokemusta, joten integraation kannalta BOM-sääntötaulukon käyttö on luotettavampi toimintatapa. Kuvassa 21 on esitetty esimerkki BOM-Sääntötaulukon muodostamisesta konfiguroitavalle tuoterakenteelle.



Kuva 21. Material Classification –sääntötaulukko, muokattu lähteestä (Sairanen 2016)

Tuotanto valmistaa lopputuotteen eli moottorin tekemällä tuotantotilauksen tietylle Material Variant –nimikkeelle. Kuvassa 20 esiintyvä moottorivariantti A voidaan tilata variantin tunnuksella Moottori A. Tunnuksella tilattu variantti hakee automaattisesti kuvan 21 sääntötaulukon mukaan MOOT_A –attribuutilla määritetyt nimikkeet ja muodostaa tämän avulla osaluettelon tuotetilaukselle. Jos tuotevarianttiin tehdään muutoksia, niin BOM sääntötaulukkoon päivitetään arvo MOOT_A muutetuille komponenteille, jolloin tuotevariantti hakee automaattisesti uudet osat osaluetteloon. Material Variantteihin tehdyt muutokset eivät näy mitenkään SAP Material Variantin tunnuksessa. Kun varianttiin tehdään muutos, niin eri revisiolla olevat rakenteet ovat jäljitettävissä vain PDM-järjestelmän muutoshistorian kautta. Material Variant ei toimi perinteisen

osaluettelon tavalla, eli järjestelmään ei tallennu tietyllä ajanhetkellä käytössä olevaa osaluetteloa eikä Material Variantilla ole revisionhallintaa. Osalistaus saadaan kuitenkin halutessa tehtyä BOM explosion –työkalulla, jonka avulla voidaan avata esimerkiksi tilatun Material Variantin osalista. Suositeltu menetelmä on tarkastella vanhoja tuoterakenteita PDM-järjestelmän muutoshistorian kautta.

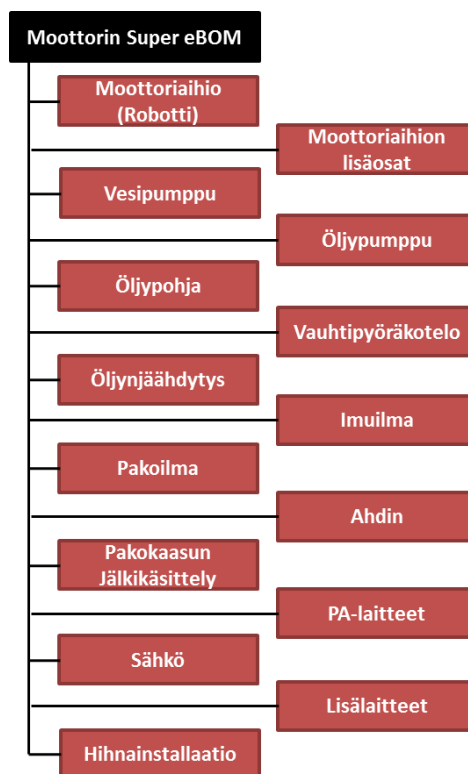
5.3.4 Konfiguroitavan suunnittelurakenteen luominen

Järjestelmäintegraation muodostamisen kannalta yrityksen tämänhetkinen tuoterakenne on haastava, koska kaikkia tuoterakenteita hallitaan erillisinä nimikerakenteina. Tuoterakenne sopii käytössä olevalle toiminnanohjausjärjestelmälle, mutta on tuotekehitys-toiminnan kannalta raskas hallittava. Tuoterakenteiden kehityksen avulla pystyttäisiin helpottamaan integraation muodostamista, suunnittelun rakenteiden hallintaa ja tuotannon suunnittelijan työtehtäviä.

Suunnittelurakenteiden (eBOM) kehittäminen konfiguroitaviksi tuoteperheiksi helpottaa etenkin SAP-integraatiota, jolloin rakenteita pystytään hallitsemaan ja muokkaamaan tuoteperhetasolla PDM-järjestelmässä. PDM-järjestelmässä luotuja tuoteperheitä pystytään hallitsemaan SAP-toiminnanohjausjärjestelmässä luvun 5.3.3 mukaisella tavalla, joka mahdollistaa esimerkiksi massamuutosten tekemisen tietyn tuoteperheen kaikille tuotevarianteille. Konfiguroitavia tuoterakenteita luodessa tulisi Martion (2015) mukaan pyrkiä fyysisten alikokoonpanojen suunnitteluun. AGCO Powerin nykyisten tuoterakenteiden (Kuva 17) toisella tasolla on koosteita, jotka on suunniteltu tuotehallinnan helpottamiseksi. Osa koosteista toimii jo tällä hetkellä fyysisinä alikokoonpanoina, mikä helpottaa uuden tuoterakenteen kehitystä. Nämä koosteet voidaan mahdollisesti hyödyntää tulevassa suunnittelurakenteessa suoraan saman nimikerakenteen avulla. Useat tällä hetkellä valmistettavat tuoterakenteet sisältävät toisella rakennetasolla myös komponentteja. Komponentit on pyrittävä siirtämään alikokoonpanoihin, jotta komponentteihin mahdollisesti tehtävät muutokset voidaan suorittaa alikokoonpanotasolla. Tämän toimintatavan avulla päätasolla tehtävät muutokset tulevaisuudessa vältetään ja muutoksenhallinnasta tulee helpompaa. Kehitettävän tuoterakenteen toisen rakennetason tulisi koostua Martion (2015) määrittelemistä kokoonpanoista, installaatioista tai komponenttiryhmistä (Taulukko 1). Näiden nimikeryhmien avulla komponentit saadaan muodostettua mahdollisimman modulaarisiksi ja moduloituja rakenteita pystytään soveltamaan mahdollisimman moneen tuotevarianttiin. Modulaarisuutta lisäämällä pystytään vähentämään geneeristen super eBOM –tuoteperheiden määrää, jos useampia tuotevariantteja saadaan yhdistettyä yhteen tuoteperheeseen.

Diplomityössä kehitettävän konfiguroitavan suunnittelurakenteen toinen taso koostuu ainoastaan moduuleista. Moduulitasolle luodaan moottorin toiminnallisuuden ja installaatioiden perusteella moduulit, joita käytetään uusien tuoteperheiden rakenteiden pohjana. Moduulitason objektit luodaan Windchill-tuotetiedonhallintajärjestelmässä konfiguroitaviksi moduuleiksi, joka määrittää objektille konfiguroinnin mahdollistavia omi-

naisuuksia. Jokaiselle moduuleille lisätään attribuutti, joka kertoo että moduuli on tuotantorakenteessa näkymätön. Moduulitason alle kerätään moduuliin kuuluvat osakoonpanot ja komponentit. Objektit voivat olla toistensa variantteja tai jokaiseen tuoteperheen tuotevarianttiin kuuluvia standardikomponentteja. Kuvassa 22 on suunniteltu moottorin tuoterakenteen moduulit, jotka sisältävät kaikki moottoriasennuksessa tarvittavat komponentit.



Kuva 22. Konfiguroitavan suunnittelurakenteen moduulit.

Moduulirakenne on luotu toiminnallisten kokonaisuuksien mukaan, mutta lisäksi useimmat moduulit asennetaan fyysisesti tietyllä tuotantolinjan vaiheella. Esimerkki tuotannon huomioimisesta tuoterakenteessa on moottoriaihion komponenttien jaottelu robottilinjalla asentaviin komponentteihin sekä manuaalisella tuotantolinjalla asennettaviin komponentteihin. Moduulisuunnittelussa on pyritty huomioimaan moottoreissa useimmiten varioituvia komponentteja asiakasinstallaatioiden välillä ja kehityksessä on pyritty tuoteperheiden sekä tuotevarianttien määrän minimoimiseen. Lopullisessa konfiguroitavassa tuoteperherakenteessa tietyn moduulin alle lisätään varioituvat installaatiot ratkaisut ja määritetään optiot sekä vaihtoehdot, jotka määrittävät tuotevariantin komponenttivalinnat. Tietyissä tuoteperheissä kaikkien moduuleiden alle ei välttämättä tule useita variantteja, vaan esimerkiksi ahdin-moduuli saattaa sisältää vain yhden ahdin kokoonpanon. Liitteessä A oleva karkea luokittelu on suunniteltu tukemaan kuvan 22 konfiguroitavaa suunnittelurakennetta.

5.4 Muutostenhallinnan vaatimukset järjestelmäintegraatiolle

AGCO-konserniin määritetyn toimintatavan perusteella tuotetiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän välinen integraatio suoritetaan PDM-järjestelmän muutostenhallinnan avulla. Integraatio on yksisuuntainen ja tieto siirretään muutosilmoituksesta käännetyin XML-tiedoston avulla. AGCO Powerilla muutostenhallinta suoritetaan Windchill PDM-järjestelmässä AGCO-konsernin yhteisessä muutoksenhallintatyökalussa. Muutostenhallinnan taustateoria perustuu autoteollisuudessa käytettyyn Configuration Management II –prosessiin (Institute of Configuration Management 2016). Käytössä oleva prosessikaavio on laajennettu versio teoriaosuuden 3.3 muutoksenhallinta-prosessista, mutta toimintaperiaate perustuu samojen objektien toimintaan. Windchill muutoksenhallinta sisältää EPR, ECR ja ECN –objektit, jotka ovat näkyvissä globaalisti kaikkien järjestelmässä olevien yritysten kesken. Tämän muutoksenhallintaprosessin avulla konsernin eri yritykset pystyvät luomaan ongelmatiedotteita muille laitevalmistajille ja pystyvät vastaamaan ongelmiin suoraan järjestelmässä tehtävän muutoksen avulla. Tämä toimintatapa mahdollistaa esimerkiksi sen, että työkonevalmistajat pystyvät tekemään AGCO Powerille ongelmatiedotteen moottoriin liittyvästä asennusongelmasta suoraan järjestelmän kautta. AGCO Power on tehnyt linjauksen, jonka mukaan yritys käyttää muutoksenhallinnasta ainoastaan muutospyyntöjä ja muutosilmoituksia. Ongelmatiedotteet yritys pyrkii käsittelemään ulkopuolisen ohjelmiston kautta, jossa on PDM-järjestelmän ongelmatiedotetta laajemmat seurantatyökalut.

AGCO-konsernin Windchill-järjestelmän muutoksenhallinnan taustalla toimii Header Part –nimikkeet, jotka toimivat muutoksenhallinnan työnkulun ylätasoina. Header Part –nimikkeisiin on määritetty käyttäjäryhmät (members), jotka määrittävät muutoksenhallinnan työnkulun roolituksen. Työnkulkukaavio on standardoitu koko konsernissa, mutta muokkaamalla käyttäjäryhmiä konsernin yritykset saavat vaikutettua työnkulun roolitukseen. Header Part –nimike näyttää järjestelmän kannalta tavalliselta nimikkeeltä, jonka alle pystytään luomaan rakenne. Nimikkeen rakenteeseen asetetaan järjestelmässä olevat nimikkeet, joihin kohdistuvat muutokset suorittaa Header Part käyttäjäryhmässä määritetty muutosilmoituksista vastaava työryhmä. AGCO Powerin kohdalla rakenteeseen on määritetty kaikkien käytössä olevien moottoreiden tuoterakenteet, jolloin kaikki moottoreihin kohdistuvat muutokset suoritetaan AGCO Power Header Partissa määritetyn käyttäjäryhmän avulla. Yritys on määrittänyt käyttäjäryhmäksi yrityksen tuotesuunnittelijat. Uusia tuotteita ja nimikkeitä luodessa on huolehdittava, että uudet nimikkeet ja tuoterakenteet lisätään Header Partin rakenteeseen. Ilman yhteyttä Header Part –nimikkeeseen ei uusia nimikkeitä pystytä julkaisemaan esimerkiksi sarjatilaan ja tuotannon käyttöön muutostiedotteella, koska järjestelmä ei löydä työnkiertoon kuuluvia käyttäjiä.

Konsernin toimintatavassa on määritetty, että kaikki tuotteisiin tehtävät muutokset on suoritettava muutoksenhallinnan kautta. Tästä syystä elinkaaren tilan vaihto, revisiointi ja uusien tuotteiden julkaisu vaatii taustalle muutosilmoituksen. Toimintatapa on hyvä,

koska muutosilmoituksesta jää järjestelmään aina dokumentaatio ja tehdyt muutokset saadaan jäljitettyä muutoshistoriasta. Ennen muutosilmoituksen luomista järjestelmä vaatii aina muutospyynnön (ECR), jossa esitellään muutokseen johtanut ongelma, ongelmaan liittyvät komponentit ja parannusehdotukset. Muutospyynnön perusteella luotu muutosilmoitus (ECN) luodaan vasta siinä vaiheessa, kun muutospyyntö on todettu aiheelliseksi ja ongelma pyritään korjaamaan muutoksen avulla. Muutosilmoituksesta muodostuu tiedosto, joka sisältää dokumentaation muutosilmoituksen sisällöstä tuotekehityksen ulkopuolelle.

Windchill muutoksenhallinta vaatii Header Part -nimikkeiden ja muutosobjektien lisäksi tiedon ERP-järjestelmistä, joihin muutostiedote tulee integraation avulla lähettää. ERP-järjestelmiä kuvataan Windchillissä jakelukohteiden (Distribution target) avulla. AGCO Powerin tapauksessa Header Part -nimikkeen toiselle rakennetasolle on tehty tehdas-nimikkeitä, jotka sisältävät AGCO Powerin eri tehtaissa valmistettavat moottorirakenteet. Erillinen nimike on luotu Linnavuoren, Mogi das Cruzesin sekä Changzhoun tehtaille. Jokaiseen eri tehdasta kuvaavaan nimikkeeseen on liitetty tehtaan käyttämän ERP-järjestelmän jakelukohde. Kun nimikkeeseen halutaan tehdä muutos, niin muutosilmoitus jäljittää nimikkeen käyttämien moottorirakenteiden kautta tehdas-nimikkeet, jotka määrittävät muutosilmoituksen jakelukohteet. Tämän ansiosta esimerkiksi jokaisessa tehtaassa kokoonpantavaan öljypohjaan tehty muutosilmoitus lähetetään automaattisesti muutostiedotteen julkaisun yhteydessä kaikkiin jakelukohteisiin. Jakelukohteelle on määritetty siirtotie, jonka kautta muutosilmoituksesta muodostettu XML-tiedosto lähetetään vastaanottavan ERP-järjestelmän rajapintaan tai middleware-ohjelmistoon. Lisäksi jakelukohteessa määritetään muun muassa rajapinnan yli siirtyvät attribuuttitiedot, rakenteen osat sekä dokumenttitiedostot.

5.4.1 Muutosilmoituksen sisältö

AGCO-konsernin toimintamallin mukaan tieto PDM-järjestelmästä toiminnanohjausjärjestelmään siirretään muutosilmoituksen avulla. Muutosilmoitus muodostetaan Windchill PDM-järjestelmän muutosilmoituksen luonti -työkalun (ECN) avulla. Muutosilmoituksella lähetetään tieto uusien osien julkaisusta sekä vanhojen osien muutoksista tai poistumisesta tuotannosta. Muutosilmoituksen sisältämät attribuutit ovat tällä hetkellä alustavasti muodostettu, mutta niitä pyritään kehittämään globaalisti konsernin eri toimijoiden tarpeet huomioiden. Konsernin tavoitteena on luoda muutosilmoitus, joka on standardoitu kaikille konsernin yritysille yhtenäiseksi.

Tällä hetkellä käytössä oleva muutosilmoitus sisältää suurimman osan tiedoista, joita AGCO Powerin tuotesuunnittelu määrittää muutosta tehdessä. Muutosilmoituksen tulisi sisältää kaikki mahdollinen informaatio, jota tuotekehitykseltä vaaditaan muutoksen käyttöönottamiseksi tuotannossa. Tuotanto voi vaatia tuotekehitykseltä informaatiota esimerkiksi nimikkeen uuden revision yhteydessä, jossa tietyn komponentin toiminnallisuutta on kehitetty muutoksen avulla. Tällaisessa tilanteessa tuotanto ja jälkimarkki-

nointi tarvitsevat tuotesuunnittelulta informaatiota vanhan revision loppuvaraston käytettävyydestä. Loppuvarastolle tehtäviä päätöksiä voivat olla esimerkiksi loppuun käyttäminen ennen uuden osan käyttöönottoa tai vaihtoehtoisesti romuttaminen. Usein käytettävyys riippuu komponentin kehitykseen johtaneesta syystä ja kehitystoimenpiteestä. Taulukossa 5 on esitetty muutosilmoituksen sisältämät attribuuttitiedot ja objektit.

Taulukko 5. Muutosilmoituksen sisältö.

Muutosilmoituksen sisältö	
Muutosnumero	Muutoksen nimi
Kuvaus ja ratkaisun kuvaus	Muutosilmoituksen tyyppi
Muutoksen syy	Muutokseen liittyvät objektit
Muutoksen elinkaaren vaihe	Header Part (Työnkiertoa varten)
Muutoksen tekijä	Muutoksen tekijän osasto
Muutoksen kriittisyys	Julkaisupäivä (Tavoite)
Työnkulun laajuus	Projektitunnus
Vanhon osien käyttötapa	Liitteet

Taulukon 5 Muutosilmoituksen tyyppi –attribuutilla kuvataan onko kyseessä vanhan osan muutos, uuden osan julkaisu vai uuden osan muutos. Muutoksen elinkaaren vaihe –attribuutti kuvaa tarkemmin prototyyppiosien prosessien elinkaarenvaiheen, joka on määritetty AGCO-konsernissa AMPIP (AGCO Major Product Introduction Process) – prosessin mukaisesti. Prosessikaavio on konsernin sisäistä luottamuksellista tietoa. Muut kuvassa esitetyt attribuutit ovat yksiselitteisiä. Suurin puute muutosilmoituksessa on komponenttitasoisien muutoskuvausten puuttuminen. Laajoissa rakennemuutoksissa komponenttimuutoksia voi olla useita, jolloin yleiseen kuvaus kenttään kirjoitettavaan kuvaukseen kerääntyy paljon informaatiota. Erillisten komponenttitasoisien kuvausten avulla pystyttäisiin jakamaan komponentteihin kohdistuvaa tietoa sekä muutoksen syitä tarkemmin ja selkeämmin.

5.4.2 XML-tiedoston tietosisällön määrittäminen

AGCO Powerilla muutosilmoituksen työnkulun lopussa suunnittelupäällikkö tarkistaa ja hyväksyy tuotesuunnittelijoiden tekemät muutosilmoitukset. Hyväksytty muutosilmoitus julkaistaan ESI (Enterprise System Integration) –sovelluksen avulla, joka etsii muutosilmoituksen sisältämiin nimikkeisiin liittyvät jakelukohteet Header Part –nimikkeiden rakenteiden avulla. ESI-release on järjestelmään luotu prosessi, joka lähettää muutosilmoituksesta muodostetun XML-tiedoston jakelukohteessa määritetyn toiminnanohjausjärjestelmän rajapintaan. Lisäksi ESI-sovellus ylläpitää ESI-historiaa, jossa säilytetään tietoa eri järjestelmiin lähetetyistä nimikkeistä ja nimikkeiden versioista. ESI-historian perusteella järjestelmä tietää, että onko vastaanottavaan järjestelmään esimerkiksi luotu aiemmin kuvitteellisen tuoterakenteen rivillä 3 oleva nimike X, vai

pitääkö nimike luoda uutena objektina rakenteen luomisen yhteydessä. ESI-työkalu toimii myös toiminnanohjausjärjestelmän lähettämän kuittauksen vastaanottajana. Kuittauksella järjestelmä ilmoittaa onko se vastaanottanut muutosilmoituksen onnistuneesti.

Siirtotiedoston käyttö järjestelmäintegraatiossa on AGCO-konsernin kannalta luonnollinen valinta, koska konsernin sisällä käytetään useita eri toiminnanohjausjärjestelmiä. Tietokantaintegraation luominen useiden eri toimintaperiaatteella toimivien järjestelmien välille aiheuttaisi monimutkaisen integraation, jonka ylläpitäminen olisi raskasta. Standardoitua siirtotiedostoa käyttämällä eri järjestelmät pystyvät hyödyntämään XML-tiedoston tietosisältöä middleware-ohjelmiston avulla. Middlewareassa standardimuotoinen tiedosto käännetään vastaanottavalle järjestelmälle sopivaan muotoon. Lähetettävän XML-tiedoston rakenne ja tietosisältö suunnitellaan mahdollisimman ymmärrettävään ja helposti vastaanotettavaan muotoon. Suurimmassa osassa AGCO-konsernin sisäisistä PDM-ERP järjestelmäintegraatioista vaaditaan middleware-ohjelmisto, joka muuttaa PDM-järjestelmän lähettämän XML-tiedoston tietosisällön ERP-järjestelmälle sopivaan muotoon. Taulukossa 6 on esitetty Windchill PDM-järjestelmästä lähetetyn standardimuotoisen XML-tiedoston pääelementit ja niiden tietosisältö.

Taulukko 6. Windchill PDM-järjestelmän XML-tiedoston tietosisältö.

<Elementti>	Elementin tietosisältö
Collection (AddedECN)	Juurielementti, joka kertoo uudesta muutosilmoituksesta
ECNHeader	Ilmoittaa muutosilmoituksen tunnuksen ja attribuutit
AddedParts	Lisää ERP-järjestelmästä puuttuvat nimikkeet
ChangedParts	Muuttaa nimikkeen attribuutteja uuden revision mukaan
AddedDocuments	Lisää dokumentin järjestelmään (Usein vain URL-linkki)
ChangedDocuments	Muuttaa dokumenttia revisioidin mukaan
UnchangedDocuments	Ilmoittaa dokumentin säilymisestä nimikemuutoksesta riippumatta
DeletedDocumentLinks	Poistaa vanhan yhteyden nimikkeen ja dokumentin väliltä
AddedDocumentLinks	Lisää yhteyden nimikkeen ja dokumentin välille
AddedBOMs	Lisää tuoterakenteen ylätasoa ja sen attribuutit
ChangedBOMs	Muuttaa tuoterakenteen revisiota ja attribuutteja
AddedBOMComponents	Lisää nimikkeen tuoterakenteeseen
ChangedBOMComponents	Muuttaa nimikkeitä tuoterakenteessa
DeletedBOMComponents	Poistaa nimikkeen tuoterakenteesta
Release	Tiedot XML-tiedoston jakelukohteesta

Windchill muutosilmoituksen luoma XML-tiedosto on pyritty luomaan standardimuotoiseksi jakelukohteesta riippumatta. XML-tiedosto sisältää tietyt XML-elementit, jotka riippuvat muutosilmoituksen sisällöstä. Jos muutosilmoitus sisältää esimerkiksi ainoastaan yhden uuden nimikkeen julkaisun, niin XML-tiedosto sisältää collection, ECN-Header, AddedParts, AddedDocuments ja Release elementit. Muutosilmoituksessa olevien objektien sijoittuminen XML-tiedoston elementeissä riippuu jakelukohteen ESI-

historiasta. Jos nimikkeen B-revisio lähetetään ensimmäistä kertaa muutosilmoituksen avulla ERP-järjestelmään, niin nimike sijoittuu AddedParts-elementtiin. Jos järjestelmässä on valmiiksi A-revisio, niin nimike sijoittuu ChangedParts-elementin alle.

SAP ERP-järjestelmille on luotu standardimuotoinen EAI-järjestelmä SAP PI (Process Integration), joka pystytään konfiguroimaan tuotetiedonhallintajärjestelmän muutosilmoituksen vastaanottajaksi. SAP PI luokitellaan middlewareksi, koska se on erillinen ohjelma jonka tarkoituksena on toimia yhteytenä SAP ERP-järjestelmän ja ulkopuolisten järjestelmien välillä. Järjestelmä on suunniteltu erityisesti eri prosessien integrointiin ja sen kautta pystytään integroimaan useita erillisiä järjestelmiä toiminnanohjausjärjestelmään. SAP PI –ohjelmiston tarkoituksena on vastaanottaa ulkopuolisen järjestelmän lähettämä tietosisältö kuten XML-tiedosto ja muuttaa sen sisältö SAP ERP-järjestelmän vastaanottamaan muotoon. (SAP Community Network 2013)

5.5 SAP toiminnanohjausjärjestelmän integrointi

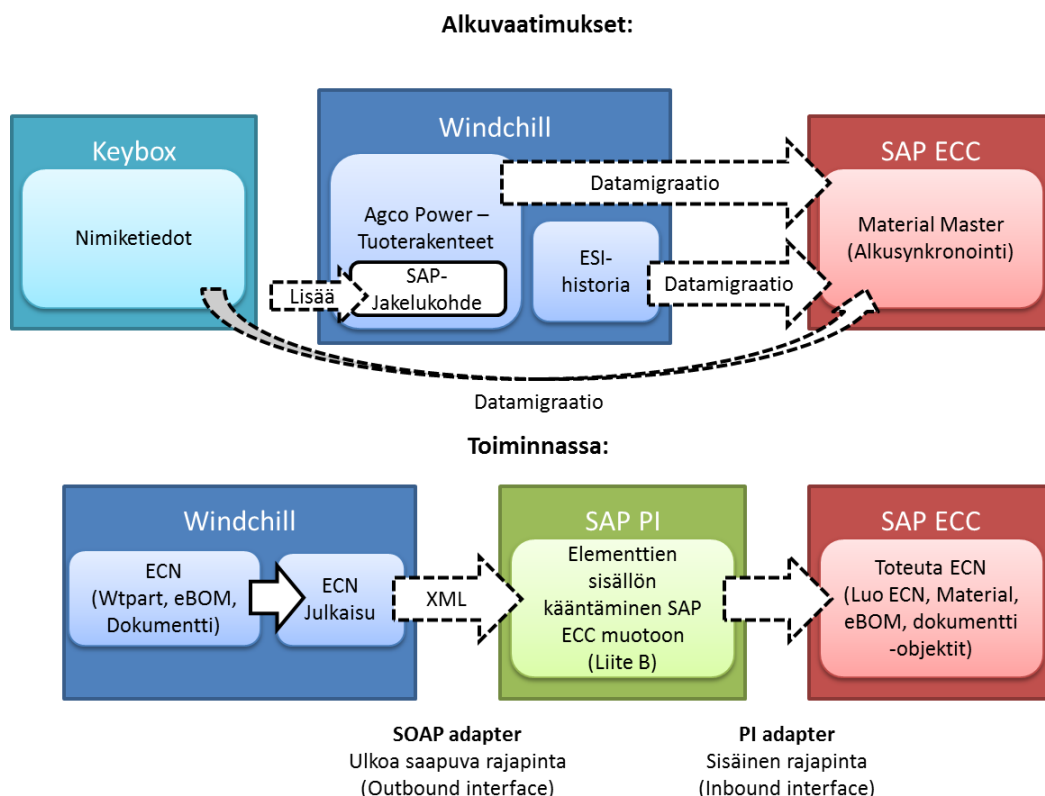
SAP toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto vaatii järjestelmäintegraation muodostamisen lisäksi alustavia toimenpiteitä, kuten nimikemigraation ja jakelukohteiden määrittelyn. Toiminnanohjausjärjestelmän päivittäminen SAP ERP-järjestelmään on AGCO Powerin tuotesuunnittelun osalta tehty mahdollisimman helpoksi, koska kesällä 2015 tehdyssä Keybox – Windchill nimikemigraatiossa kaikki toiminnanohjausjärjestelmän nimikkeet ja rakenteet synkronoitiin PDM-järjestelmään. PDM-järjestelmässä ajan tasalla olevat nimikkeet antavat mahdollisuuden SAP-rakennemigraation suorittamiselle Windchill-SAP -integraation kautta. Rakennemigraatio SAP ERP-järjestelmään voidaan suorittaa Windchill-järjestelmään luodun globaalin SAP-jakelukohteen avulla. SAP-nimikemigraatio suoritetaan Keybox ERP-järjestelmästä SAP Material Masteriin.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän välinen järjestelmäintegraatio aloitetaan jakelukohteen määrittämisellä AGCO Powerin käytössä oleville tuoterakenteille. Jakelukohteet määritetään AGCO Powerin eri tehtaille luvussa 5.4 esitetyn Header Part –nimikkeen alirakenteiden avulla. Vaihtamalla Header Part –rakenteessa olevalle Linnavuoren tehtaan tuoteperheelle SAP ECC –jakelukohde saadaan luotua yhteys SAP toiminnanohjausjärjestelmään. Tällä hetkellä rakenteella on käytössä Keybox-jakelukohde, joka ei lähetä tietoa ERP-järjestelmään. AGCO-konsernin globaali tuotetiedonhallintaosasto on luonut valmiiksi SAP ECC -jakelukohteen, joka lähettää muutosilmoituksen automaattisesti SAP ECC -järjestelmään.

Ennen ensimmäisen muutosilmoituksen lähettämistä tulee AGCO Powerin hallitsemat nimikkeet ja tuotetiedonhallintajärjestelmän ESI-historia syöttää datamigraation avulla toiminnanohjausjärjestelmään. Migraatiossa syötetään Keybox - toiminnanohjausjärjestelmän nimiketiedot sekä tuotetiedonhallintajärjestelmän sisältämät rakennetiedot ERP-järjestelmän Material Masteriin, jonka avulla järjestelmät saadaan alkutilanteessa sisältämään samat nimiketiedot. Migraatio voidaan toteuttaa erillisen ohjelmiston, syöttöjär-

jestelmän tai PDM-järjestelmän muutosilmoituksen kautta. Muutosilmoituksen avulla synkronoimalla ESI-historiaa ei tarvitse erikseen syöttää SAP ERP-järjestelmään, vaan historia muodostuu automaattisesti muutosilmoitusten yhteydessä. Muutosilmoituksen kautta tuoterakenteet voidaan syöttää yhden muutosilmoituksen avulla. Erillismigraatiossa nimikkeet voidaan syöttää järjestelmään esimerkiksi excel-taulukon avulla.

Muutosten ja uusien objektien luominen järjestelmien välillä alkaa Windchill PDM-järjestelmässä muutosilmoituksen julkaisulla. Muutostiedotteeseen on määritetty nimikkeet ja dokumentit, joihin tuotesuunnittelu on kohdistanut muutoksia. Muutostiedotteen sisältämät nimikkeet etsivät automaattisesti SAP ECC -jakelukohteen, jonka jälkeen ESI release -sovellus lähettää julkaistusta muutostiedotteesta käännetyn XML-tiedoston SAP PI -middlewareen. SAP PI -middleware vastaanottaa XML-tiedoston ulkoisen rajapinnan kautta SOAP adapter -sovelluksen avulla ja etsii attribuuttien vastaavuudet määrittelytaulukon mukaisesti. SOAP (Simple Object Access Protocol) adapter on tarkoitettu yksinkertaisten tiedostojen, kuten XML-tiedostojen vastaanottoon. XML-tiedoston tietosisältö käännetään SAP ERP -järjestelmän lukemaan muotoon määrittelytaulukon perusteella ja lähetetään PI adapter -sovelluksen avulla toiminnanohjausjärjestelmään. SAP ECC -toiminnanohjausjärjestelmää varten suunniteltu integraatio on esitetty tiivistetysti kuvassa 23.



Kuva 23. Windchill – SAP ECC järjestelmäintegraation muodostaminen.

Sisäisellä rajapinnalla toimiva PI adapter on SAP PI ja SAP ERP – järjestelmien välille luotu standardimuotoinen yhteys, jonka avulla voidaan lähettää SAP PI -middlewareen

vastaanottamia tietoja helposti ja nopeasti ERP-järjestelmään. PI adapter –sovelluksen kautta pystytään lähettämään useita eri tiedostomuotoja SAP ERP-järjestelmään middlewaren sisäisen rajapinnan kautta. Middleware-ohjelmistoa ja sen PI adapter -yhteyttä voidaan hyödyntää useimmissa tilanteissa, joissa toiminnanohjausjärjestelmään integroidaan ERP-järjestelmän ulkopuolisia järjestelmiä.

Liitteeseen B on kerätty siirtotiedostojen määrittelytaulukko, johon on kerätty Windchill muutostiedotteen sekä SAP ERP-järjestelmän attribuuttivastaavuudet. Liitteessä C on etsitty tarkemmin vetovalikkotyyppisten attribuuttien vastaavuudet XML-tiedostoissa. Osa attribuuteista asetetaan nimikkeelle vasta toiminnanohjausjärjestelmässä, jolloin attribuuttivastaavuutta tuotetiedonhallintajärjestelmään ei ole olemassa. SAP muodostaa uusia ja muokkaa vanhoja objekteja XML-tiedoston sisältämien elementtien tietosisällön mukaisesti. Taulukossa 6 esitettiin Windchill PDM-järjestelmän lähettämän muutosilmoituksen elementtisisällöt sekä niiden käyttötarkoitus. SAP hyödyntää elementtejä täysin taulukon 6 mukaisesti, jos ESI-historia on synkronoitu järjestelmään. Ilman ESI-historian synkronointia kaikki järjestelmään lisättävät objektit käsitellään uusina objekteina ja ne sisältyvät AddedParts elementin alle.

5.5.1 SAP integraation toiminnallinen tutkiminen

Järjestelmäintegraation toiminnallinen tutkimus suoritetaan AGCO-konsernin globaalin Windchill-testiympäristön ja Valtran SAP-testiympäristön välillä. Toiminnallisen tutkimuksen tarkoituksena on varmistua siitä, että SAP ERP-järjestelmä pystyy vastaanottamaan AGCO Powerin käytössä olevat nimikkeet sekä vanhan tuoterakenteen työssä selvitetyn järjestelmäintegraation kautta. Onnistunut testi antaa yritykselle tiedon, että voidaanko uuteen ERP-järjestelmään siirtyä suoraan valmiiksi luodun integraation avulla. Toinen järjestelmien välillä suoritettava tutkimus on kehitetyn tuoterakenteen integroiminen toiminnanohjausjärjestelmään. Diplomityön luvussa 5.3.4 suunniteltu uusi konfiguroitava tuoterakenne luodaan Windchill testiympäristöön modulaarisena eBOM –rakenteena. Tuoterakenne julkaistaan toiminnanohjausjärjestelmään sekä geneerisenä konfiguroitavana super eBOM –rakenteena, että yksittäisenä rakenteesta konfiguroituna tuotevarianttina. Näiden rakenteiden avulla saadaan testattua kaikki luvussa 5.3 esitetyt tuotevarianttien luontimenetelmät. Tutkimuksessa integroidaan kolme eri nimiketyyppiä omaavaa tuoterakennetta, jotta varmistutaan jokaisen rakenteen integroitavuudesta. Kehitetty tuoterakenne on malliesimerkki rakenteesta, jonka mukaan AGCO Powerin tulevaisuuden tuoterakenteita voitaisiin rakentaa. Vanha tuoterakenne integroidaan siitä syystä, että vanhojen päästötasojen moottorivariantteja valmistetaan pitkälle tulevaisuuteen. Vanhan tuoterakenteen muodostaminen uuden kehitetyn rakenteen muotoon vaatii paljon henkilötyötunteja.

Tällä hetkellä käytössä oleva nimikerakenne on kolmetasoinen ja sen toisella rakennetasolla on sekä koosteita että yksittäisiä komponentteja. Rakenteen kehityksen aikana yksittäiset komponentit on pyritty siirtämään koostetason alirakenteisiin, koska päätason

muutoksenhallinta on huomattavasti alirakenteiden muutoksenhallintaa haasteellisempaa. Kehitetty tuoterakenne on konfiguroitava super eBOM –tuoterakenne, joka on luotu moottorin toiminnallisiin kokonaisuuksiin perustuvista moduuleista. Moduulit ovat merkitty Collapsible-attribuutilla, jolloin moduulitaso häviää konfigurointivaiheessa tuotannon osaluettelovariantista. Moduulien sisältämät kooste-rakenteet ovat pääasiassa toiminnallisista kokonaisuuksista luotuja installaatioita. Installaatiolla tarkoitetaan alikokoonpanoa, joka asennetaan useista komponenteista tuotantolinjan tietyllä vaiheella. Koosteet on merkitty erillisellä Gathering Part –attribuutilla, jonka takia myös kolmas rakennetaso häviää tuotannon osaluettelosta. Attribuutti muuttaa objektin ikonin läpinäkyväksi Windchill-järjestelmässä. Ikonin tarkoitus on kuvastaa ”ei fyysistä” -rakennetasoa ja helpottaa visuaalisesti tuoterakenteiden luomista ja muokkausta. Lopullinen konfiguroitu tuotantorakenne on yksitasoinen ja koostuu kaikista moottorin komponenteista. Konfiguroitavaa super eBOM -rakennetta käsitellään SAP ERP -järjestelmässä luvun 5.3.3 mukaisella tavalla. Kolmas integroitava testirakenne on konfiguroitavasta super eBOM –rakenteesta PDM-järjestelmässä konfiguroitu tuotevariantti. Konfiguroitaessa variantin rakenteesta poistuu automaattisesti moduulitason objektit. Tuotevariantin toinen rakennetaso koostuu ennalta määritettyjen konfigurointisääntöjen mukaisesti valituista koosteista. Kuvassa 24 on esitetty Windchill-testiympäristöön luodut tuoterakenteet, jotka pyritään luomaan toiminnanohjausjärjestelmään järjestelmäintegraation välityksellä. Rakenteissa esitetyt attribuuttitiedot sisältävät tunnistamattomia komponenttitietoja tuoterakenteen luottamuksellisuuden takia.

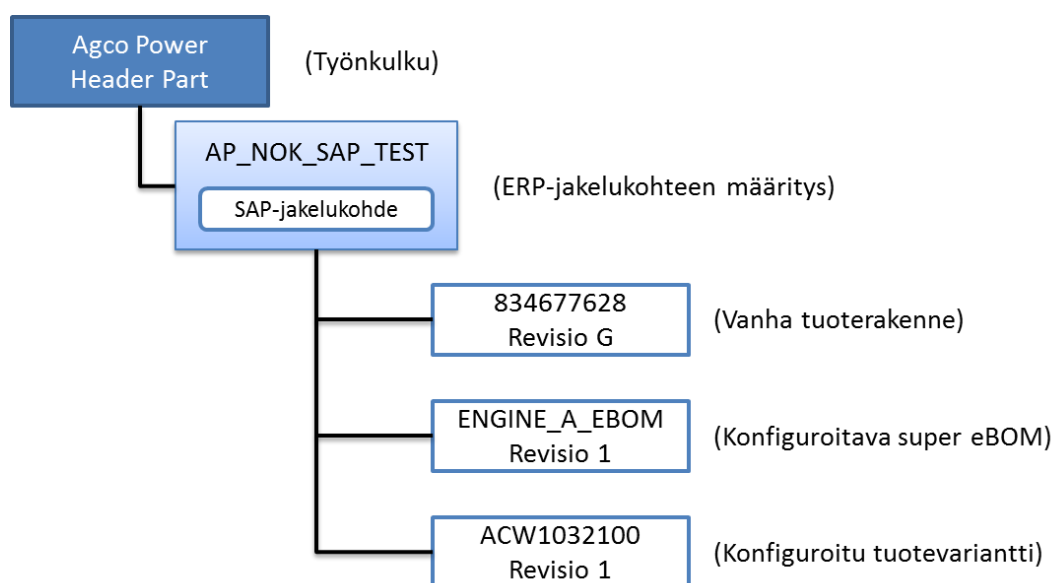
Käytössä oleva nimikerakenne			Konfiguroitava super eBOM			Konfiguroitu tuotevariantti		
Line Number ▲	Number	Version	Line Number ▲	Number	Version	Line Number ▲	Number	Version
▲	834677628	G.0 (Design)	▲ CP	ENGINE_A_EBOM	1.1 (Design)	▲	ACW1032100	1.1 (Design)
▷	1	894683222 A.1 (Design)	▷	10	BARE ENGINE 1.1 (Design)	▷	10	895083208 A.1 (Design)
▷	2	KOOS21677 B.0 (Design)	▷	20	BARE ENGINE ADDITIONS 1.4 (Design)	▷	20	KOOS10027 B.2 (Design)
▷	3	KOOS11161 A.4 (Design)	▲	30	WATER PUMP 1.2 (Design)	▷	30	KOOS10055 A.2 (Design)
▷	10	KOOS10908 -.0 (Design)	▷	10	KOOS11376 A.1 (Design)	▲	40	KOOS10134 A.3 (Design)
▷	27	KOOS10512 A.2 (Design)	▷	20	836329631K -.2 (Design)	▲	1	836855350 A.1 (Design)
▷	30	KOOS20528 A.1 (Design)	▲	30	KOOS30000 1.1 (Design)	▲	2	836867753 -.3 (Design)
▷	31	KOOS11022 A.1 (Design)	▲	10	837084077 B.1 (Design)	▲	3	528801800 -.1 (Design)
▲	36	836867567 A.2 (Design)	▲	20	836755687 D.1 (Design)	▷	50	KOOS10603 A.0 (Design)
▲	37	836640752 -.2 (Design)	▷	40	OIL PUMP 1.1 (Design)	▷	60	KOOS10614 A.2 (Design)
▲	38	615881822 A.1 (Design)	▷	50	OIL SUMP 1.1 (Design)	▷	70	KOOS10851 B.2 (Design)
▲	39	640325018 A.2 (Design)	▷	60	FLYWHEEL HOUSING 1.1 (Design)	▷	80	KOOS10852 C.3 (Design)
▷	45	KOOS10855 C.3 (Design)	▷	70	OIL COOLING SYSTEM 1.1 (Design)	▷	90	KOOS10977 -.0 (Design)
▷	50	KOOS11244 A.1 (Design)	▷	80	INTAKE AIR 1.1 (Design)	▷	100	KOOS11053 A.2 (Design)
▲	51	836667926 -.0 (Design)	▷	90	EXHAUST AIR 1.1 (Design)	▷	110	KOOS11078 A.2 (Design)
▷	60	KOOS11338 A.1 (Design)	▷	100	TURBO 1.3 (Design)	▷	120	KOOS11083 C.2 (Design)
▷	65	KOOS11219 C.0 (Design)	▲	110	EXHAUST AFTERTREATMENT 1.0 (Design)	▷	130	KOOS11090 A.2 (Design)
▲	67	837084294 B.1 (Design)	▷	120	FUEL SYSTEM 1.1 (Design)	▷	140	KOOS11092 A.2 (Design)
▷	100	KOOS11284 A.1 (Design)	▷	130	ELECTRONICS 1.1 (Design)	▷	150	KOOS11130 A.1 (Design)
▷	105	836124197K -.2 (Design)	▷	140	ACCESSORIES 1.1 (Design)	▷	160	KOOS11155 A.2 (Design)
▷	110	KOOS10439 -.1 (Design)	▷	150	ACCESSORY DRIVE BELT 1.2 (Design)	▷	170	KOOS11183 B.0 (Design)

Kuva 24. Tutkimuksessa käytetyt Windchill –tuoterakenteet.

Tällä hetkellä järjestelmä on suunniteltu siten, että tuotevariantille lisätään manuaalisesti attribuuttitiedot ja toisen rakennetason komponenttien positiot. SAP ERP-järjestelmä

vaatii PDM-järjestelmässä luodulta nimikkeeltä tietyt attribuutit, jotta se voi vastaanottaa muutosilmoituksella lähetetyt nimiketiedot. Tällä hetkellä konfiguroitavalle tuotteelle ei pystytä määrittämään SAP-attribuutteja, joten konfiguroitavan eBOM-rakenteen julkaisu SAP ERP-järjestelmään on epävarmaa.

Järjestelmäintegraation testaus aloitetaan integroitavan ERP-järjestelmän jakelukohteen määrittelyllä. Tutkimuksen helpottamiseksi järjestelmässä olevaan Agco Power Header Part –rakenteeseen luodaan uusi rakennetaso AP_NOK_SAP_TEST, joka kuvastaa Linnavuoren tehtaalle muodostettavaa SAP ERP-järjestelmän yhteyttä. Tälle rakennetasolle voidaan määrittää valmiiksi SAP-jakelukohte sekä rakenteet, jotka integroidaan SAP-kehitysympäristöön. Kuvassa 25 on esitetty tutkimuksessa suoritettu työnkulun, jakelukohteen ja rakenteiden määrittely.

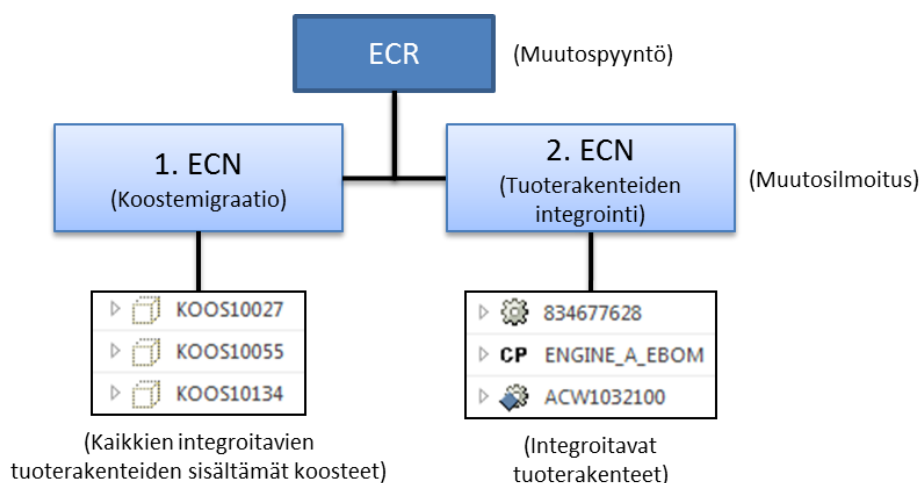


Kuva 25. Tuoterakenteiden jakelukohteen ja työnkulun määrittäminen.

Agco Power Header Part –rakenteeseen on valmiiksi määritetty muutosilmoituksen työnkulku, joka sisältää Linnavuoren tehtaan tuotesuunnittelun käyttäjäryhmän. Jakelukohteen määrittäminen ja integroitavien tuoterakenteiden muodostamisen jälkeen voidaan luoda muutospyyntö (ECR). Muutospyyntö luodaan yleisesti tilanteessa, jossa tuotekehitykselle ehdotetaan kehitystarvetta tiettyyn toiminnallisuuteen liittyen. Muutospyyntö voidaan luoda esimerkiksi parannusehdotuksen tai laadullisen ongelman takia. Tuotekehitys arvioi muutospyynnön sisällön tarpeellisuuden ja luo muutosilmoituksen, jos pyyntöä vastaan tehdään toimenpiteitä. Järjestelmä vaatii aina muutospyynnön, johon muutosilmoitus kiinnitetään.

SAP ja Windchill –kehitysympäristöjen välisessä järjestelmäintegraatiossa ei suoriteta erillistä nimikemigraatiota AGCO Powerin nimikkeille, koska tutkimuksessa käytettävien rakenteiden sisältämät nimikkeet voidaan syöttää järjestelmään muutosilmoituksen avulla. Windchill PDM-järjestelmään luotu SAP-interface luo muutosilmoituksen avulla

automaattisesti ilmoitukseen liitetyn nimikkeen yksitasoisen osaluettelon. Tästä syystä ennen kuvan 24 tuoterakenteiden integroimista suoritetaan ECN-migraatio, jonka avulla rakenteiden sisältämät koosteet integroidaan järjestelmään. Tämän avulla SAP-kehitysympäristöön saadaan syötettyä koosteet sekä niiden sisältämät nimikkeet. Komponenttien migraation jälkeen voidaan suorittaa virallinen tuoterakenteiden integroiminen muutosilmoituksen avulla. Kuvassa 26 on esitetty muutoksenhallinnan avulla suoritettu integraatiovaihe.



Kuva 26. Muutoksenhallinnan avulla suoritettava integraatio.

Kuvassa 26 esitetyn ensimmäisen muutosilmoituksen jälkeen SAP toiminnanohjausjärjestelmään on lisätty koosteiden sisältämät nimikkeet sekä koosteiden tuoterakenteet. Todellisessa integraatiossa nimikkeet lisätään Keybox-migraation avulla, mutta koosteiden tuoterakenteet lisätään massamuutosilmoituksen avulla. Haasteen muutosilmoituksella suoritettavassa integraatiossa aiheuttaa olemassa olevien rakenteiden elinkaarentilat. Muutosilmoituksen avulla ei voida julkaista nimikkeitä tai rakenteita, jotka ovat valmiiksi hyväksytty sarjatilaan. Tästä syystä valmiiksi tuotantoon hyväksytyt nimikkeet ja rakenteet tulee kääntää muokattavissa-tilaan, jotta ne voidaan asettaa ja julkaista sarjahyväksytyksi muutosilmoituksen avulla. Manuaalisesti tehtynä tämä aiheuttaa todella suuren työmäärän kaikkia AGCO Powerin rakenteita integroitaessa. Kaikkia rakenteita integroitaessa tilojen käännös tulee suorittaa massa muutoksena kaikille integroitaville tuoterakenteille. Tutkimuksessa käytettävät tuoterakenteet ja nimikkeet voidaan kääntää manuaalisesti muokattavissa-tilaan. Tuoterakenteiden integrointia varten luotuun muutosilmoitukseen liitetään integroitavien tuoterakenteiden päätaso. Muutosilmoituksessa määritetään myös integroitavien rakenteiden elinkaarentila sekä revisio. Testi-integraatiossa rakenteet julkaistaan tuotantokäyttöön kuvassa 25 esitettyjen revisioiden avulla.

Globaalin Windchill-tutkimusympäristön muutoksenhallinnan työnkulku ja roolit on luotu täysin Windchill-tuotantoympäristön kaltaiseksi. Työnkulun testaus eri käyttäjillä on pystytty suorittamaan työn aikana site-administrator käyttöoikeuksien avulla. Käyt-

töoikeudet ovat järjestelmän ylimmän tason oikeudet, jonka avulla esimerkiksi työnkulun eri tehtäviä voidaan hyväksyä muiden käyttäjien puolesta. Samojen käyttöoikeuksien avulla pystytään hallitsemaan Enterprise Systems Integration (ESI) –sovellusta, jonka avulla voidaan hyväksyä XML-tiedoston lähetykset ERP-järjestelmään.

AGCO-konsernissa muutosilmoituksen työnkulun lopuksi suunnittelupäällikkö hyväksyy muutosilmoituksessa suoritettut toimenpiteet. Suunnittelupäällikön kuittaaman työtehtävän jälkeen muutosilmoituksen objektit päivittyvät automaattisesti suunnittelijan määrittämiin elinkaarentiloihin tuotetiedonhallintajärjestelmässä ja järjestelmä lähettää tiedon ESI-administrator käyttäjälle muutosilmoituksen valmistumisesta. ESI-administrator roolissa oleva käyttäjä julkaisee muutosilmoituksen toiminnanohjausjärjestelmään hyväksymällä ESI-release työtehtävän, jolloin järjestelmä lähettää XML-tiedoston ERP-järjestelmään. Tarkka tutkimusraportti Windchill PDM-järjestelmän tutkimusympäristössä suoritetuista toimenpiteistä on esitetty liitteessä D.

SAP-toiminnanohjausjärjestelmä vastaanottaa muutosilmoitukset SAP PI –middlewareen kääntämässä muodossa Change Master –sovellukseen. Sovelluksen avulla pystytään tarkastelemaan vastaanotetun muutosilmoituksen sisältöä ja muutoksen avulla luotuja Material ja Material BOM –nimikkeitä. Material BOM –nimikkeen sisältämää osalueteloa pystytään tarkastelemaan erillisen Item Overview –sovelluksen avulla. Tutkimuksen perusteella muutosilmoituksen avulla lähetetyt vanha tuoterakenne ja konfiguroitu tuotevariantti muodostuivat oikein SAP-kehitysympäristöön. Konfiguroitava super eBOM –tuoterakenne ei läpäissyt SAP PI –adapter rajapintaa. Tutkimuksen perusteella konfiguroitavan tuoterakenteen PDM-järjestelmän objektit eivät sisältäneet kaikkia SAP ERP-järjestelmän vaatimia attribuutteja, jonka takia SAP PI –adapter ei lähettänyt rakenteita toiminnanohjausjärjestelmään. Lisäämällä SAP ERP-järjestelmän vaatimat attribuutit konfiguroitaville objekteille saadaan konfiguroitava tuoterakenne julkaistua toiminnanohjausjärjestelmään.

Toiminnanohjausjärjestelmän ja tuotetiedonhallintajärjestelmän välinen yhteys on yksisuuntainen, koska attribuutti ja nimiketietoa siirretään ainoastaan PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään. Järjestelmien välille on kuitenkin luotu kuittausjärjestelmä, jonka avulla SAP ERP-järjestelmä kuittaa Windchill PDM-järjestelmään, että mitkä muutosilmoituksen sisältämät objektit ovat läpäisseet järjestelmäintegraation. Tutkimuksessa kuittaus ei saapunut PDM-järjestelmään, koska SAP-kehitysympäristö on luotu vastaamaan ainoastaan yhteen tuotetiedonhallintajärjestelmän tutkimusympäristöön. Konsernin käytössä on useita eri tutkimusympäristöjä, joista tutkimuksessa käytettiin kehitysympäristöä numero 2. SAP-kehitysympäristö pystyy kuitenkin vastaanottamaan muutosilmoituksia useista eri testiympäristöistä, joten kuittauksen puuttumisesta huolimatta integraation testaus saatiin suoritettua suunnitelmien mukaisesti. SAP ERP-järjestelmä kykeni vastaanottamaan kaksi kolmesta lähetetystä rakenteesta ja vastaanotetut rakenteet vastasivat täysin PDM-järjestelmästä lähetettyjä tuoterakenteita. Tutkimus onnistui tavoitteiden mukaisesti ja integraatio voidaan muodostaa suunnitelman mukaisesti.

5.6 Keybox toiminnanohjausjärjestelmän integrointi

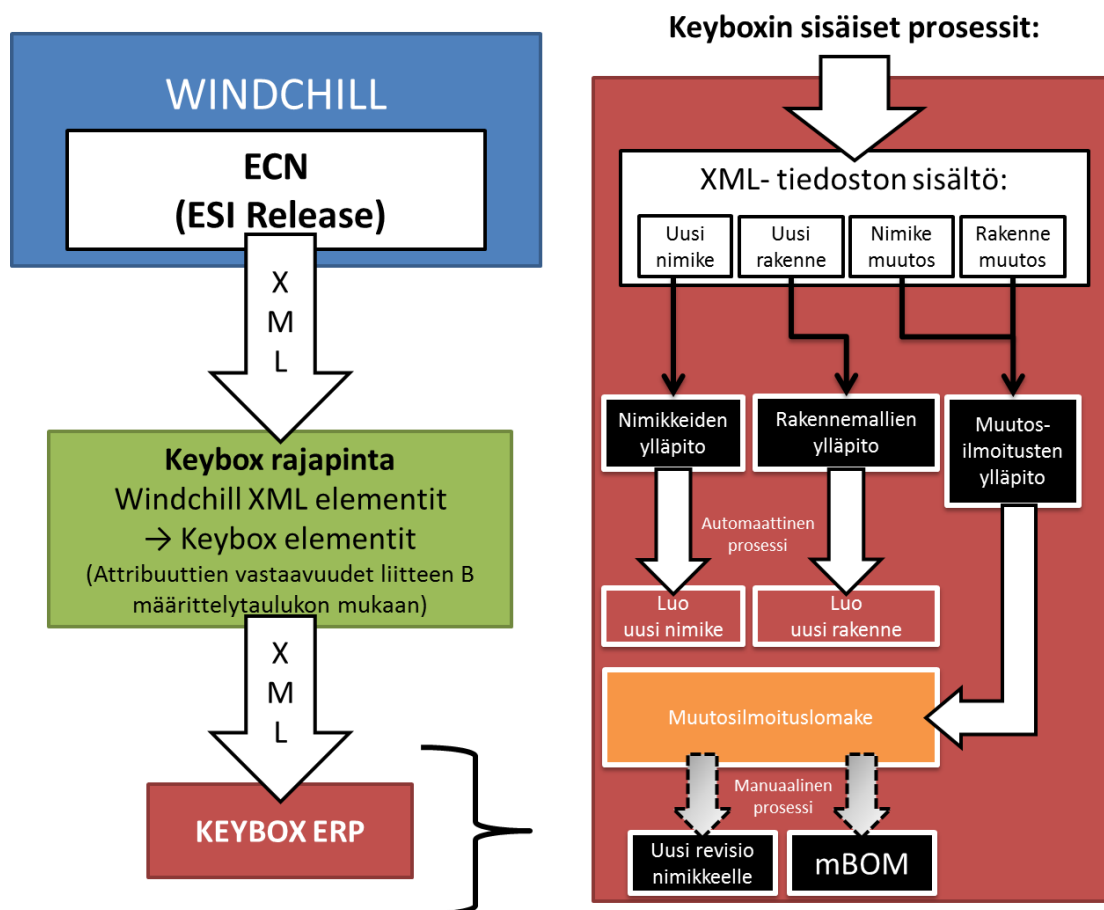
Tällä hetkellä AGCO Power käyttää toiminnanohjausjärjestelmänä Visma Software Oy:n ylläpitämää Keybox toiminnanohjausjärjestelmää. Keybox on toiminut AGCO Powerin toiminnanohjausjärjestelmänä vuodesta 2000, jolloin yritys luopui X-man toiminnanohjausjärjestelmästä. Visma Software Oy:n tarjoama tuotetuki Keybox ERP-järjestelmälle on loppumassa lähitulevaisuudessa, jonka vuoksi SAP järjestelmäintegraatiota on käsitelty diplomityön pääsisältönä. Keybox toiminnanohjausjärjestelmää voidaan kuitenkin joutua käyttämään useita vuosia ennen SAP ECC ERP-järjestelmän käyttöönottoa. Tästä syystä myös tällä hetkellä käytettävien järjestelmien välille olisi tärkeää muodostaa integraatio, joka auttaisi järjestelmien tietosisältöjen ylläpitämisessä synkronoituna.

Tällä hetkellä Keybox ERP-järjestelmän ja Windchill PDM-järjestelmän välinen integraatio on täysin manuaalinen. Integraationa toimii tuotesuunnittelija, joka luo tuotetiedonhallintajärjestelmään luodut muutokset myös toiminnanohjausjärjestelmään. Toimintatapa on työllistävä, laadullisesti riskialtis sekä prosessien vastainen. Prosessien mukaan tuotannon muutoksenhallinnasta vastaavien henkilöiden tulisi kuulua tuotannon organisaatioon. Henkilöiden tulisi tietää tuotannon prosessit ja sovittaa tuotannon muutosten (MCN) luominen sekä hyväksyminen sopivaan tuotannon vaiheeseen. Tällä hetkellä muutosten tekijä ja hyväksyjä kuuluu tuotekehityksen organisaatioon, jonka takia tuotannon muutostenhallinta ohjataan erillisen palaverin kautta. Palaverissa eri osastojen työntekijät käsittelevät muutoksen vaikutuksia ja vaatimuksia ennen muutositmoituksen hyväksymistä. Tällä hetkellä käytössä oleva toimintatapa on työllistävä, koska tuotesuunnittelija joutuu kirjaamaan saman muutoksen tietosisällön kahteen eri järjestelmään. Lisäksi toimintatapa ei takaa että nimikkeet ja rakenteet vastaisivat toisiaan eri järjestelmissä, koska järjestelmien välillä ei ole minkäänlaista automaattista yhteyttä.

Windchill-tuotetiedonhallintajärjestelmän ja Keybox ERP-järjestelmän välinen integraatio voidaan muodostaa helpoimmin siirtotiedoston avulla. Globaaliin Windchill PDM-järjestelmään on luotu valmiiksi XML-siirtotiedoston rakenne (taulukko 6), jota pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti myös Keybox integraation yhteydessä. Tällä hetkellä Keyboxille luotu jakelukohde ei sisällä rajapintaa, johon PDM-järjestelmä lähettäisi XML-tiedoston ESI-release -komennon yhteydessä. Tästä syystä Windchill ei lähetä mitään tietoa Keyboxiin automaattisesti. Järjestelmä on suunniteltu tällä hetkellä siten, että AGCO Powerin tietyt käyttäjät pystyvät kuittaamaan tiedon, että ERP-järjestelmään on suoritettu muutositmoituksen sisältämät muutokset. Tämän toiminnon avulla ESI-historia saadaan pidettyä ajan tasalla järjestelmien välillä.

Järjestelmäintegraation suunnittelu aloitetaan ERP-järjestelmän rajapinnan ja jakelukohteen määrittelyllä. Erillisen middlewaren käyttöönottoa kannattaa välttää, jos integraatio voidaan luoda suoraan Keybox ERP-järjestelmän omaan rajapintaan. Olemassa olevalle Keybox-jakelukohteelle pitää määrittää valittu rajapinta, johon Windchill lähettää stan-

dardimuotoisen XML-tiedoston. Jakelukohte on ollut käytössä ilman rajapintaa, mutta ESI-historia on valmiiksi ajan tasalla manuaalisen kuittausjärjestelmän ansiosta. Järjestelmä reitittää XML-tiedoston sisältämät attribuutit liitteiden B ja C sisältämien siirtotiedostojen määrittelytaulukoiden mukaisesti ja suorittaa XML-tiedoston sisältämän muutosilmoituksen määrittämät toimenpiteet. Kuvassa 27 on esitetty prosessikaavio, jonka mukaisesti järjestelmäintegraatio voidaan suorittaa.



Kuva 27. Keybox järjestelmäintegraation prosessikaavio.

Kuvassa 27 esitetyssä prosessikaaviossa on suunnitelma Keybox ERP-järjestelmän sisällä tapahtuvaan nimikkeenhallintaan integraation jälkeen. Toiminnanohjausjärjestelmän toimintaperiaatteen mukaan järjestelmä hallitsee erillisen toiminnon kautta nimikkeitä sekä nimikkeen attribuutteja ja toisen toiminnon kautta nimikkeeseen sidottua rakennemallia. Toiminnanohjausjärjestelmän toimintaperiaate eroaa esimerkiksi objektien muutoksenhallinnassa moderneista toiminnanohjausjärjestelmistä. Tästä syystä täydellisen integraation luominen käytössä olevalle tuoterakenteelle on vaikea ja kannattamaton prosessi saavutettuun hyötyyn nähden. Kuvan 27 integraatiosuunnitelmassa automatisoidaan nimikkeen ja rakennemallien luominen. Valkoiset nuolet esittävät automaattisia prosesseja ja harmaat katkoviivoilla esitetyt nuolet manuaalisia prosesseja. AGCO-konsernin toimintaprosessin mukaan nimikkeet ja rakennemallit luodaan tulevaisuudessa globaalien nimikenumeroiden avulla ja näiden objektien attribuutit syötetään myös

tulevaisuudessa tuotesuunnittelun toimesta. Windchill PDM-järjestelmän lähettämän XML-tiedoston elementit ovat taulukon 6 mukaiset ja tiedoston elementeistä uusien objektien luomiseen vaikuttavat AddedParts, AddedBOMs ja AddedBOMComponents –elementit. Dokumentteja tai dokumenttien URL-osoitetta ei kannata kopioida Keyboxiin, koska dokumenttien hallinta voidaan suorittaa varmemmin PDM-järjestelmässä. Dokumenttien kuten teknisten piirustusten käyttäjille voidaan luoda rajatut käyttöoikeudet PDM-järjestelmään, jolloin tiedostoja ei tarvitse duplikoida muihin järjestelmiin.

Ilman nimikkeen ja nimikerakenteiden muutoksia ERP-järjestelmän monimutkaisen muutoksenhallintatyökalun takia tuotannonmuutokset täytyy integraation jälkeen suorittaa edelleen manuaalisesti. Kuvan 27 mukaisesti Keyboxiin voidaan luoda erillinen muutosilmoitus kaavake, johon järjestelmä kerää XML-tiedoston sisältämät muutokset helposti ja selkeästi luettavaan muotoon. Muutosilmoituksia varten kannattaa luoda erillinen sovellus Keyboxin rakenteeseen, jossa ilmoituksia voi selata ja etsiä muutosnumeron sekä kuvauksen perusteella. Sovelluksessa esitetyt muutosilmoitukset ovat teknisiä muutosilmoituksia (ECN), joista luodaan vanhan muutosilmoitusten ylläpito –sovelluksen avulla tuotannon muutosilmoituksia (MCN). Integraation ja uuden muutosilmoitussovelluksen avulla on mahdollisuus siirtää tuotannon muutosilmoitusten tekeminen tuotannon organisaatiolle. Integraation jälkeen tuotesuunnittelu pystyy työskentelemään pääasiassa PDM-järjestelmässä ja toimintatapa saadaan muokattua virallisesti määritetyn prosessin mukaiseksi.

Järjestelmäintegraation kannattavuus Keybox – Windchill –järjestelmien välillä riippuu integraation muodostamisen kustannuksista, vaatimuksista, saavutetusta hyödystä ja Keyboxin jäljellä olevasta toiminta-ajasta. Toisena järjestelmäintegraatiovaihtoehtona käytössä olevalla tuoterakenteella on integraatio, jossa yhteys luodaan ainoastaan muutosilmoituksen siirtoa ja lukua varten. Tässä integraatiomallissa muutosilmoitus siirretään kuvan 27 mukaisen rajapinnan kautta PDM-järjestelmästä Keyboxiin, johon luodaan XML-tiedoston sisältöä vastaava muutosilmoitus. Järjestelmään luotu muutosilmoitus sisältää kaiken XML-tiedoston sisältämän informaation helposti luettavassa muodossa, mutta järjestelmä ei suorita mitään toimenpiteitä automaattisesti. Integraation avulla ERP-järjestelmään saadaan siirrettyä kaikki tarvittava tieto nimikkeiden, rakenteiden ja muutosten luontia varten. Tämän toimintatavan avulla siirretty muutosilmoitus sisältää muutoksia koskevat tiedot, jotka tuotannon organisaatio voi suorittaa virallisen toimintaprosessin mukaisesti. Myös tässä toimintatavassa muutosilmoituksen sisältö joudutaan syöttämään kaksi kertaa, koska muutosilmoituksen sisältö täytetään vielä erikseen ERP-järjestelmän tuotannon muutosilmoitukseen. Tämän ansiosta tuotanto pysyy muutostenhallinnassa ajan tasalla ja pystyy suunnittelemaan muutokset ERP-järjestelmän sisältämien tietojen perusteella.

Kolmas Windchill – Keybox –järjestelmäintegraation toteutustapa perustuu Visma Software Oy:n (Raunio & Hakala 2016) kanssa käytyjen keskustelujen pohjalle. Haastattelussa selvitettiin onko kuvassa 27 esitetyn järjestelmäintegraation luominen mah-

dollista ja onko muita mahdollisia toimintamalleja olemassa integraation muodostamiseen. Keskusteluun osallistui sekä Visma Software Oy:n että AGCO Powerin henkilökuntaa. Keskustelun perusteella järjestelmäintegraatio pystytään luomaan mahdollisimman tehokkaasti muokkaamalla nykyistä tuoterakennetta toiminnanohjausjärjestelmässä. Muokkaamalla tällä hetkellä Keyboxissa käytettävä moottorin tuotantorakenne yksitasoiseksi mBOM –rakenteeksi, niin järjestelmäintegraatio voidaan muodostaa täydellisesti PDM-järjestelmän kanssa. Kuvassa 27 esitetyssä prosessissa muutoksenhallinta joudutaan suorittamaan manuaalisesti, koska Windchill ja Keybox käsittelevät rakenteiden revisiointia eri tavalla. Tuoterakennetta koskevissa muutoksissa Windchill vaatii revisioimaan ainoastaan yhden rakennetason ylöspäin muutetulta rakennetasolta, kun vastaavasti Keybox revisioi koko rakenneketjun tuoterakenteen päätasolle asti. Tästä syystä esimerkiksi koosteiden sisällä tapahtuvat muutokset johtavat Keyboxissa koosteiden sekä moottoriosaluetteloiden revisioitumiseen, kun Windchill revisioi ainoastaan muutosta koskevan koosteen. Tästä syystä osaluetteloiden revisiot eivät pysy tällä hetkellä synkronoituna järjestelmien välillä.

Muuttamalla moottoreiden tuoterakenteet yksitasoiseksi sekä PDM että ERP -järjestelmissä voidaan rakennemuutokset jatkossa suorittaa ylimmällä rakennetasolla. Ylimmällä rakennetasolla muutosten suorittaminen on raskasta, jos muutoksia joudutaan hallitsemaan manuaalisesti yksi tuoterakenne kerrallaan. Tästä syystä PDM-järjestelmän tuoterakenteet luodaan konfiguroitaviksi super eBOM -rakenteiksi, joiden avulla konfiguroidaan toiminnanohjausjärjestelmään lähetettävät yksitasoiset tuotevariantit. Rakenteiden hallinta tapahtuu konfiguroitavan super eBOM -tuoterakenteen kautta, jolloin rakennetta päivitettäessä myös konfiguroidut tuotevariantit saadaan päivitettyä tehokkaasti. Osaluettelon muutoksen yhteydessä tuotevariantin uusi revisio lähetetään Keybox ERP-järjestelmään muutosilmoituksen avulla. Keybox saadaan konfiguroidua vastaanottamaan XML-tiedosto, mutta tiedoston tulee sisältää koko tuotevariantin rakenne. Tästä syystä Windchill PDM-järjestelmästä lähetettävä XML-tiedosto on muokattava siten, että tuoterakenteen revisiosta lähetetään aina täydellinen rakennemalli ERP-järjestelmään.

Tuoterakenteen muutoksen lisäksi järjestelmäintegraatio vaatii useita alustavia toimenpiteitä. Toiminnanohjausjärjestelmän tietokanta pitää siivota vastaamaan nykyhetkeä ja ERP-järjestelmä on konfiguroitava AGCO-konsernin globaalia ACW-nimikettä sekä numerorevisiota varten. Lisäksi Keyboxissa käytetty muutoksenhallinta on poistettava käytöstä ja Windchill PDM-järjestelmän nimikkeelle on saatava määritettyä luokittelevia attribuutteja nimikkeen integrointia varten. Järjestelmäintegraation yhteydessä kannattaa pohtia, että onko kaikkia attribuutteja järkevää kopioida järjestelmästä toiseen, vai voidaanko tiettyjä tällä hetkellä Keyboxissa esitettyjä tietoja hallita jatkossa ainoastaan PDM-järjestelmässä. Tarkempi kuvaus integraation vaatimuksista ja haastattelussa läpikäydyistä toimenpiteistä on kerätty liitteen E haastatteluraporttiin.

6. TULOKSET

Diplomityön perusteella järjestelmäintegraatio voidaan suorittaa useiden erilaisten variaatioiden avulla. Windchill-tuotetiedonhallintajärjestelmä toimii globaalisti AGCO-konsernin määrittämien toimintatapojen mukaisesti, joka luo järjestelmäintegraatiolle reunaehdoja esimerkiksi esimääritetyn siirtotiedoston muodossa. Työn tärkein tulos on osoitus siitä, että AGCO Power voi suorittaa järjestelmäintegraation Windchill PDM-järjestelmän ja SAP ERP-järjestelmän välille globaalisti määritetyn SAP-jakelukohteen, globaalin muutosilmoituksen ja käytössä olevan tuoterakenteen avulla uuden toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Tällä hetkellä käytössä oleva tuoterakenne on kuitenkin tuotesuunnittelun kehystoiminnan kannalta raskas ylläpidettävä, joten tuoterakenteen kehittäminen olisi kannattava toimenpide järjestelmäintegraation yhteydessä. Tutkimuksessa käsiteltiin myös järjestelmäintegraation muodostamista Windchill PDM-järjestelmän ja käytössä olevan Keybox ERP-järjestelmän välille. Tutkimuksen ja toiminnanohjausjärjestelmän ylläpitäjän Visma Software Oy:n haastattelun perusteella integraation muodostaminen on mahdollista, mutta se vaatii toimenpiteitä sekä tuotetiedonhallinta- että toiminnanohjausjärjestelmässä.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin työn kannalta oleellisten järjestelmien toimintatapoja, nimikkeen ja tuoterakenteiden muodostamista, muutostenhallinnan ja työkulun vaikutuksia nimikkeiden ja rakenteiden käsittelyyn sekä järjestelmäintegraation toteutustapoja. Soveltavassa osuudessa suoritettavat valinnat perustuivat luvun 3 teoriaosuuteen ja työssä osoittautui, että kaikki edellä mainitut teoriassa käsitellyt osiot vaikuttavat osaltaan järjestelmäintegraation luomiseen AGCO Powerin järjestelmien välillä.

Tutkimuskysymyksen alakysymyksiin vastataan tarkemmin luvuissa 6.1 - 6.3. Luvussa 6.1 vastataan ensimmäiseen alakysymykseen ja käsitellään tarkemmin tuloksia SAP ja Keybox – toiminnanohjausjärjestelmien integrointitavoista, integraation kannattavuudesta ja jatkotoimenpiteistä. Luku 6.2 vastaa toiseen alakysymykseen ja luku käsittelee tuoterakenteen kehitystä ja sen vaikutusta järjestelmäintegraation muodostamiseen. Luvussa 6.3 vastataan kolmanteen alakysymykseen ja siinä esitellään järjestelmäintegraation aiheuttamia välillisiä hyötyjä ja haittoja.

6.1 Järjestelmien integrointi

Diplomityössä esitetyt järjestelmäintegraatiot ovat suunniteltu tukemaan AGCO Powerin toimintaprosesseja. Järjestelmäintegraatioiden tarkoituksena on helpottaa suunnittelijoiden työtä ja luoda prosesseista käytössä olevaa toimintatapaa laadukkaampia. Diplomityön järjestelmäintegraatiot perustuvat siirtotiedoston käyttöön point-to-point integ-

raatiossa PDM ja ERP -järjestelmien välillä. Siirtotiedosto valittiin integraatiomenetelmäksi teoriaosuuden ja järjestelmien lähtötilanteen perusteella, koska se sopii tietokantaintegraatiota paremmin työssä muodostettavan yksisuuntaisen järjestelmäintegraation luomiseen. Siirtotiedostolla muodostettava integraatio voidaan muodostaa helpommin ja integroitavien ohjelmien päivittäminen ei esimerkiksi aiheuta ongelmia muodostetulle integraatiolle. Integraatiossa käytettävä siirtotiedosto on PDM-järjestelmän teknisen muutoksenhallinnan avulla muodostettu XML-tiedosto.

Järjestelmäintegraatio perustuu työssä olennaisesti PDM-järjestelmän muutostenhallintaan. Muutostenhallinta on AGCO Powerilla globaalisti konsernitasolla määritetty prosessi, joten integraatiossa on jouduttu hyödyntämään olemassa olevaa muutosilmoitusta. Muutosilmoituksen avulla siirrettävien nimikkeiden attribuuttikentille on työssä etsitty vastaavuudet toiminnanohjausjärjestelmästä. Vastaavuuksia määrittäessä huomattiin, että nimikkeen tiedot sisältävät kaikki SAP ERP-järjestelmän vaatimat attribuutit. Keybox ERP-järjestelmää varten jouduttiin suunnittelemaan useiden attribuuttien välisiä yhteyksiä, jotka määrittävät vaadittavat nimiketiedot toiminnanohjausjärjestelmään. Muutosilmoituksen sisältämä tieto on diplomityössä yhdistetty toiminnanohjausjärjestelmien sisältämiin tietoihin siirtotiedoston määrittelyn avulla. Siirtotiedoston määrittelyä luodessa huomataan, että konfiguroimalla PDM ja ERP -järjestelmissä hallittavat nimikkeet vastaamaan toisiaan välttyttäisiin raskaalta siirtotiedoston määrittelyltä ja integraatio saataisiin luotua luotettavammaksi pienemmällä työpanoksella. Samaa periaatetta kannattaa noudattaa myös muutosilmoituksen sisältöä suunniteltaessa, koska muutosilmoituksen tulisi sisältää kaiken tuotesuunnittelun määrittämien tiedon joka vaaditaan muutoksen käyttöönottossa. Tutkimuksessa huomattiin, että tällä hetkellä käytössä oleva globaali muutosilmoitus rajaa nimikekohtaiset muutoksenkuvaukset pois, jolloin yksityiskohtainen tieto suoritettavasta muutoksesta jää puutteelliseksi. Nimikkeen ja muutosilmoituksen sisällön muokkaaminen ei kuitenkaan diplomityössä ollut mahdollista, koska yritys käyttää konsernin määrittelemää globaalia nimiketyyppeä. Työssä esitetyt integraatiot ovat siis toimivia, mutta laajemmilla muutosoikeuksilla integraatio saataisiin kattavammaksi ja muutosprosessi samalla tehokkaammaksi.

6.1.1 SAP ECC toiminnanohjausjärjestelmän integrointi

SAP ECC ERP-järjestelmän integraation suunnittelu on diplomityön tärkein osa-alue. AGCO konsernin globaalin projektin tavoitteena on korvata konsernin kaikki ERP-järjestelmät SAP-toiminnanohjausjärjestelmällä. Tästä syystä AGCO Powerille on erityisen tärkeää, että tällä hetkellä käytössä oleva tuoterakenne pystytään integroimaan toiminnanohjausjärjestelmään ja ettei järjestelmän käyttöönotto vaikuttaisi negatiivisesti yrityksen toimintaan. Tutkimuksessa on pystytty osoittamaan, että olemassa olevien objektien ja tietojen avulla pystytään muodostamaan diplomityössä suunniteltu SAP-integraatio. Tutkimus on luotettava, koska testattu integraatio on suoritettu molempien järjestelmien tuotantokantoja jäljittelevissä tutkimusympäristöissä. Tutkimuksen suurin virhemahdollisuus on järjestelmien välisten konfigurointien erot, jolloin testiympäristöjen välinen integ-

raatio ei täysin vastaa todellista järjestelmäintegraatiota. Virhe oletetaan kuitenkin pieneksi, koska testiympäristöjen tietosisältö luodaan kopioimalla tuotantokannasta.

Tutkimuksen perusteella järjestelmäintegraatio voidaan luoda kolmella eri tavalla, joista jokainen perustuu erilaisen tuoterakenteen hallintaan. Tuoterakenne voidaan integroida tällä hetkellä käytössä olevana tuoterakenteena, joka vastaa tuotannonosaluetteloa (mBOM), konfiguroituna tuotevarianttina (mBOM) tai konfiguroitavana suunnittelurakenteena (super eBOM). Tutkimuksessa suoritettu Windchill – SAP –integraatio saatiin suoritettua nykyisen tuoterakenteen ja konfiguroidun tuotevariantin avulla. Konfiguroitava suunnittelurakenne ei läpäissyt integraatiota, koska konfiguroitavan rakenteen käyttämät objektit eivät sisältäneet kaikkia SAP ERP-järjestelmän vaatimia attribuutteja.

Tutkimuksen perusteella konfiguroitavan suunnittelurakenteen integrointi on sekä tuotesuunnittelun että tuotannon kannalta toimivin ratkaisu. Rakenteen muutoksenhallinta on joustavin, koska muuttamalla SAP ERP –järjestelmään lähetettyä super eBOM –rakennetta pystytään päivittämään myös kaikki suunnittelurakenteesta konfiguroidut tuotevariantit. Tämä nopeuttaa muutostenhallintaa ja helpottaa tuoteperheen ylläpitoa. Konfiguroitujen tuotevarianttien luominen toimii hyvänä välivaiheena ennen SAP-integraation käyttöönottoa, koska niiden käyttö mahdollistaa konfiguroitavan suunnittelurakenteen luomisen jo ennen SAP ERP-järjestelmän käyttöönottoa.

6.1.2 Keybox toiminnanohjausjärjestelmän integrointi

Diplomityössä suoritetun tutkimuksen perusteella Keybox-toiminnanohjausjärjestelmä voidaan integroida tuotetiedonhallintajärjestelmään täydellisesti ainoastaan yhden menetelmän avulla. Tutkimuksessa käsitellään kolme erillistä integrointimenetelmää, joiden toimivuutta analysoitiin yhdessä Keyboxia ylläpitävän Visma Software Oy:n kanssa. Kolmas ja toimivin integraatiomenetelmä muodostui Visma Software Oy:n haastattelujen aikana ja siinä pystytään hyödyntämään kahta integraatiomallia varten valmiiksi suunniteltua materiaalia. Tuoterakenteen integrointia ei pystytä suorittamaan nykyisen tuoterakenteen avulla, vaan järjestelmäintegraatio vaatii myös Keybox ERP-järjestelmän tapauksessa tuoterakenteen kehitystä. Käytössä olevan kolmetasoisien tuoterakenteen sekä Keybox ERP-järjestelmässä suoritettavan muutoksenhallinnan avulla integraation luominen on mahdotonta, koska PDM ja ERP -järjestelmät hallitsevat rakennetasojen revisiointia eri tavoilla.

Järjestelmäintegraation muodostaminen olemassa olevien järjestelmien väliin vaatii yksitasoisen osaluettelon muodostamisen sekä PDM että ERP -järjestelmiin, toiminnanohjausjärjestelmän konfiguroinnin AGCO-konsernin globaalin nimikkeen ja numerorevision mukaiseksi sekä PDM-järjestelmän muutosilmoitukseen perustuvan XML-tiedoston muokkaamisen Keybox-toiminnanohjausjärjestelmälle sopivaan muotoon. Diplomityön avulla saatujen tulosten perusteella järjestelmäintegraation kannattavuus riippuu pääasiassa toiminnanohjausjärjestelmän jäljellä olevasta toiminta-ajasta.

6.2 Tuoterakenteen vaikutus integraatioon

Diplomityön tutkimustulosten perusteella integroitava tuoterakenne vaikuttaa todella paljon järjestelmien käyttäjien toimintaan ja valittuun järjestelmäintegraatiomenetelmään. Tuoterakenteen suunnittelu tuotesuunnittelun, tuotannon ja muiden organisaation sisäisten sidosryhmien tarpeet huomioiden on laaja ja haastava toimenpide. Tuoterakenteiden muuttaminen vaikuttaa koko yrityksen toimintatapoihin ja prosesseihin PDM ja ERP -järjestelmissä. Laajan vaikutuksen takia rakenteen muuttaminen on työllistävä ja usein riskialtis prosessi yrityksen kannalta. Rakenteen muutos vaatii tuotteita valmistavassa yrityksessä kaikkien organisaation yksiköiden panoksen muutoksen läpivientiin.

Tutkimusosuuden perusteella tuoterakenteen kehityksen avulla saavutettava hyöty järjestelmäintegraatiota muodostaessa on suuri. Tutkimuksessa suunniteltiin kolme erilaista tuoterakennetta ja käsiteltiin tapoja, joiden avulla erilaiset rakenteet voidaan integroida toiminnanohjausjärjestelmään. Tutkimuksessa käsiteltiin myös tapoja lopullisen yksitasoisen tuotantorakenteen (mBOM) muodostamiseen PDM-järjestelmässä luotujen suunnittelurakenteiden avulla. Taulukossa 7 on analysoitu kolmen työssä käsiteltävän tuoterakenteen vahvuuksia ja heikkouksia toimintaprosessien ja integraation kannalta.

Taulukko 7. Tuoterakenteiden vahvuudet ja heikkoudet.

	Vahvuudet	Heikkoudet
Nykyinen tuoterakenne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Heti integroitavissa, koska rakenteet valmiiksi luotuna 2. Testi-integraatio onnistui SAP:iin 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raskas ylläpidettävä 2. Kaikki osaluettelot hallittava erikseen PDM ja ERP-järjestelmissä 3. Riski samanlaisten osaluetteloiden duplikaatteihin 4. Tuoterakenteen päätasolla yksittäisiä komponentteja 5. Tuoterakenteessa ei ole huomioitu organisaation muita yksiköitä 6. Ei voida integroida Keyboxiin
Konfiguroitu tuotevariantti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hallitaan PDM-järjestelmässä konfiguroitavan tuoteperheen kautta 2. Konfiguroinnin yhteydessä voidaan muodostaa myös CAD-kokoonpano jokaiselle variantille 3. Testi-integraatio onnistui 4. Toimii Keybox ja SAP ERP-järjestelmissä 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rakenteet syötetään ja hallitaan erikseen ERP-järjestelmässä 2. Tuotevariantit päivitettävä erikseen PDM-järjestelmässä muutosten yhteydessä 3. Konfiguroitu rakenne suunniteltava (vaatii todella suuren työpanoksen)
Konfiguroitava suunnittelurakenne	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tuoteperhe hallitaan yhden super eBOM – rakenteen kautta PDM-järjestelmässä 2. Moduloitu tuoterakenne helpottaa tuotannonsuunnittelua 3. Voidaan lähettää SAP ERP-järjestelmään super eBOM –rakenteena 4. Rakenteeseen tehdyt muutokset vaikuttavat automaattisesti kaikkiin tuotevariantteihin 5. Päätasolla ei yksittäisiä komponentteja 6. Mahdollisuus CAD-kokoonpanojen luomiselle PDM-järjestelmässä 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ei toimi Keybox ERP-järjestelmässä 2. Rakenteen suunnittelu vaatii todella suuren työpanoksen 3. Testi-integraatio ei onnistunut puutteellisten attribuuttien takia

Tuoterakenteiden vahvuuksien ja heikkouksien -analyysillä voidaan päätellä, että konfiguroitava suunnittelurakenne olisi toimivin ratkaisu integraation kannalta. Konfiguroi-

tava rakenne on haastava ja työläs muodostaa, koska vanha tuoterakenne ei ole suunniteltu tukemaan konfigurointia. Muodostamisen jälkeen konfiguroitava suunnittelurakenne on kuitenkin kevyin ylläpidettävä ja helpoin hallittava jokaisen organisaation toimintayksikön näkökulmasta. Konfiguroitava rakenne nopeuttaa tuoterakenteiden muutostenhallintaa sekä ohjaa suunnittelua yhdistämään tuotevariaatioita toisiinsa mahdollisuuksien mukaan. Tutkimuksen perusteella Windchill PDM-järjestelmän konfiguroitavat objektit eivät ole vielä SAP-yhteensopivia, joten SAP-attribuutit tulee liittää objekteille ennen integraation muodostamista. Kaksi muuta tuoterakennetta perustuvat mBOM –tuotantorakenteen luomiseen PDM-järjestelmässä. Tässä toimintatavassa osaluetteloita päivitetään yksittäisinä nimikerakenteina, joka johtaa raskaampaan muutostenhallintaan. Konfiguroidussa tuotevariantissa toinen rakennetaso on kuitenkin konfiguroitu työssä esitetyn super eBOM –rakenteen perusteella, joten tuotevarianttien käyttöä tuotantorakenteina voidaan hyödyntää esimerkiksi välivaiheena ennen täydellistä SAP-integraatiota. Tuotevarianttien etuna on myös yksitasoinen tuoterakenne, joka voidaan luoda yhteensopivaksi Keybox ERP-järjestelmälle.

6.3 Integraation välilliset hyödyt

Diplomityön järjestelmäintegraation tavoitteena oli suunnitella integraatio, jonka avulla nimikkeiden ja tuoterakenteiden manuaalinen tiedonsiirto tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän välillä saadaan automatisoitua. Järjestelmäintegraation tavoitteena oli vähentää kaksinkertaista työmäärää ja parantaa samalla järjestelmien välisen tuotetiedon laatua.

Tutkimuksen perusteella toimivimmat integraatiomenetelmät johtavat työssä määritettyihin tavoitteisiin. Integraation jälkeen suoritetaan ainoastaan tuotetiedonhallintajärjestelmässä, jolloin työmäärä vähenee ja riski esimerkiksi käyttäjästä johtuviin näppäilyvirheisiin vähenee. Lisäksi ainoastaan PDM-järjestelmässä suoritettava muutostenhallinta lisää teknisen muutosilmoituksen merkitystä. Muutosilmoitus etenee suoraan tuotannon hyväksyttäväksi, jolloin muutosilmoituksen täyttämiseen panostetaan integraation myötä enemmän myös tuotetiedonhallintajärjestelmässä. Integraation avulla aiemmin tuotesuunnittelun täyttämä tuotannonmuutosilmoitus voidaan jättää pois ja tuotannon muutostenhallinnan täysi vastuu voidaan vaihtaa tuotantoyksikölle. Tämä ohjaa yrityksen sisäisten prosessien kehitystä oikeaan suuntaan ja määrää muutosvastuun oikealle osastolle.

Suurin työssä esiteltyjen integraatiomenetelmien aiheuttama välillinen hyöty on kehittynyt tuoterakenne. Järjestelmäintegraatio pakottaa suunnittelemaan yksitasoisen tuoterakenteen, jota ohjataan konfiguroitavan tuoterakenteen avulla. Yksitasoinen tuotantorakenne vaaditaan integroitaessa sekä Keybox että SAP -toiminnanohjausjärjestelmissä. Tämän ansiosta yritys pystyy valmistautumaan SAP ERP-järjestelmän käyttöönottoon tuotantorakenteiden suhteen jo Keyboxin toiminta-aikana. Kehitetyn rakenteen avulla vältetään myös järjestelmissä hallittavien rakenteiden revisioiden välisiltä ristiriidoilta.

7. YHTEENVETO

Tässä diplomityössä tutkittiin automaattisen järjestelmäintegraation muodostamista tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmän välille. Työssä suunniteltiin kolme erilaista järjestelmäintegraatiovaihtoehtoa sekä käytössä olevaan että tulevaisuudessa käytöön otettavaan toiminnanohjausjärjestelmään. Integraatiomenetelmät eroavat eri järjestelmien välillä, koska järjestelmät käsittelevät nimike- ja rakennetietoa eri tavoilla. Järjestelmäintegraation toimivuutta nykyiseen Keybox ERP-järjestelmään arvioitiin järjestelmän ylläpitäjän haastattelun avulla. Tulevaisuudessa käytöön otettavan SAP ECC ERP-järjestelmän integraatiosta suoritettiin toiminnallinen tutkimus eri integraatioiden toimivuuden takaamiseksi. Molemmat toiminnanohjausjärjestelmät vaativat integraatiota varten nykyisen moottorin tuotantorakenteen kehitystä järjestelmille sopivampaan yksitasoiseen muotoon.

Järjestelmäintegraatio on perustettu työssä siirtotiedoston käyttöön sekä käytössä olevan että käyttöön otettavan toiminnanohjausjärjestelmän kohdalla. Siirtotiedosto todettiin toimivimmaksi integraatiomenetelmäksi kirjallisuus- ja haastattelututkimuksen perusteella. Tutkimuksen perusteella järjestelmäintegraatiosta saadaan luotua mahdollisimman tehokas, jos nykyistä tuoterakennetta kehitetään kirjallisuuteen perustuvan konfiguroitavan tuoterakenteen mukaiseksi. Tutkimuksessa suoritettujen valintojen taustalla oleva kirjallisuuteen perustuva teoria on esitetty luvussa 3.

Diplomityön tutkimuksen perusteella käytössä oleva tuoterakenne tulee kehittää konfiguroitavaksi super eBOM –tuoterakenteeksi ennen järjestelmien integroimista. Konfiguroitava tuoterakenne sisältää useissa moottoriosaluetteloissa hallittavat komponentit, eli tuoterakenne sisältää yhden kokonaisen moottorituoteperheen. Konfiguroitava tuoterakenne pystytään integroimaan tutkimuksen mukaan suoraan SAP ECC –toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin useita tuoterakenteita pystytään hallitsemaan helposti hallittavana kokonaisuutena. Tämä toimintamalli helpottaa sekä tuotesuunnittelun muutosten hallintaa että tuotannonohjauksen reitityksen muodostamista. Tuotetiedonhallintajärjestelmään luotu konfiguroitava tuoterakenne toimii myös edellytyksenä Keybox ERP-järjestelmän integroimiselle. Keybox vaatii integroitaessa yksitasoisen tuoterakenteen, joka pystytään muodostamaan PDM-järjestelmän konfiguraattorin avulla. Konfiguroinnin avulla super eBOM –tuoterakenteesta pystytään muodostamaan konfiguroituja tuotevariantteja, jotka voidaan integroida Keyboxiin siirtotiedoston avulla.

Tuoterakenteen kehittämisen lisäksi järjestelmäintegraation muodostaminen vaatii useita esitoimenpiteitä. Integraatiota varten vaaditaan integraatiossa käytettävän siirtotiedoston määrittelyä, nimikkeen attribuuttien kehitystä, PDM-järjestelmässä toiminnanoh-

jausjärjestelmiä kuvaavien jakelukohteiden kehitystä, ERP-järjestelmän alkusynkronointia sekä muutosilmoituksen kehitystoimenpiteitä. Taulukkoon 8 on kerätty yhteenveto tärkeimmistä järjestelmäintegraation vaatimista toimenpiteistä. Taulukossa käsitellään integraation vaatimukset sekä käytettävät objektit SAP ECC ja Keybox ERP-järjestelmissä.

Taulukko 8. Yhteenveto järjestelmien vaatimuksista ja toimenpiteistä.

	SAP ECC	Keybox
Siirtotiedosto	<ul style="list-style-type: none"> - Konzernissa käytettävä esimääritetty SAP XML-tiedosto. Tietosisältö on valmiiksi määritetty konsernitasolla. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muokattu XML-tiedosto (Tiedoston sisällettävä kaikki integroitavan tuoterakenteen komponentit). - Vaatii siirtotiedoston määrittelytaulukon. (Liite B)
Nimike	<ul style="list-style-type: none"> - Nimikkeelle lisättävä luokittelu, joka helpottaa globaalin nimikkeen etsimistä ja käyttöä. SAP ei vaadi luokittelua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nimikkeelle lisättävä luokittelu, jotta järjestelmä tunnistaa nimikkeen tyyppin uutta nimikettä integroitaessa. (Esim. Moottori / Osa)
Tuoterakenne	<ul style="list-style-type: none"> - Vaatii PDM-järjestelmässä konfiguroitavan tuoterakenteen. - Siirretään ERP-järjestelmään konfiguroitavana super eBOM-tuoterakenteena. - Tuotevariantit konfiguroidaan toiminnanohjausjärjestelmässä. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaatii PDM-järjestelmässä konfiguroitavan tuoterakenteen. - Siirretään ERP-järjestelmään PDM-järjestelmässä valmiiksi konfiguroituina tuotevariantteina. Tuotevariantilla oltava yksitasoinen tuoterakenne.
Jakelukohde	<ul style="list-style-type: none"> - Konzernissa käytettävä esimääritetty SAP ECC - jakelukohde. (SAP PI –middleware vastaanottajana) 	<ul style="list-style-type: none"> - Käytössä olevalle Keybox-jakelukohteelle määritettävä Keybox ERP-järjestelmän rajapinta.
Alkutoimenpiteet ERP-järjestelmässä	<ul style="list-style-type: none"> - Nimikemigraatio suoritettava Keybox ERP-järjestelmästä SAP Material Masteriin. - Rakennemigraatio suoritettava PDM-järjestelmästä. - PDM-järjestelmän ESI-historia synkronoitava ERP-järjestelmään. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tietokanta siivottava nykyiselle tietosisällölle. - Järjestelmä konfiguroitava vastaanottamaan AGCO-konsernin globaali nimiketyyppi. - Järjestelmä konfiguroitava käsittelemään numero revisiota.
Muutosilmoituksen kehitys	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkemmat komponenttikohtaiset kuvauskentät muutosilmoitukseen. 	

Taulukossa esitettyjen toimenpiteiden ja objektityyppien avulla järjestelmäintegraatio saadaan muodostettua mahdollisimman tehokkaasti työssä käsiteltävien järjestelmien välille. SAP ECC –toiminnanohjausjärjestelmää varten suoritettujen toiminnallisten tutkimusten perusteella konfiguroitavan tuoterakenteen käyttöönotto vaatii taustatukea konsernitasolta, koska globaalit konfiguroitavat objektityypit eivät tue tällä hetkellä suunniteltua integraatiota. Tutkimuksen perusteella taulukkoon valitut tuoterakennemat huomioivat kaikkien organisaation sisäisten yksiköiden toiminnan parhaiten, joten niiden käyttö heti integraation alkuvaiheesta olisi kannattavin toimintatapa.

Järjestelmäintegraation muodostaminen kannattaa tehdä välittömästi, kun yrityksellä on resursseja ja tarvittava tuki sen suorittamiseksi. Yritys tarvitsee integraatiota varten sekä

konsernin tuotetiedonhallintajärjestelmästä vastaavan yksikön että toiminnanohjausjärjestelmien ylläpitäjien tuen. Lisäksi integraation muodostaminen aiheuttaa järjestelmien konfiguroinnista aiheutuvia kustannuksia, jotka tulee huomioida yrityksen budjetissa. Nopeasti muodostetun integraation avulla pystytään estämään mahdollisimman paljon tuoterakenteiden välisiä ristiriitoja eri järjestelmien välillä. Tällä hetkellä tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmä revisioivat rakennetasoja eri tavoilla muutostenhallinnan yhteydessä, jonka takia järjestelmien välinen yhteys heikkenee ajan kuluessa. Integraation muodostaminen kannattaa aloittaa tuoterakenteen kehityksellä, jonka suunnitteluun kannattaa panostaa huomattavasti. Tuoterakenteen muuttaminen on raskas koko yrityksen toimintaa koskeva prosessi, jolloin muutoksessa kannattaa kerralla huomioida kaikkien osastojen vaatimukset ja toimintaprosessit.

Tutkimuksessa saavutettuja tuloksia voidaan tulevaisuudessa pyrkiä hyödyntämään myös AGCO Powerin kahden muun tuotantoyksikön kohdalla. Tällä hetkellä käytössä olevat järjestelmäintegraatiot Brasilian ja Kiinan tuotantoyksiköissä ovat alustavalla tasolla ja niiden toimivuutta tulisi tehostaa tulevaisuudessa. Työssä esiteltävien menetelmien ja kehitysideoiden avulla pystytään kehittämään myös valmiita yhteyksiä, jolloin tuotetiedonhallinnan ja toiminnanohjauksen välinen integraatio saadaan koko yrityksessä globaalin toiminnan vaatimalle tasolle.

LÄHTEET

AGCO Power. (2015) General Information, December 2015, sisäinen lähde, 45 s.

Crnkovic, I., Asklund, U. & Persson Dahlqvist, A. (2003) Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management, Artech House Boston 338 s.

Davenport, T.H. (1998) Putting the Enterprise into the Enterprise System, Harvard Business Review, 76(4).

Eskola, J. & Suoranta, J. (1998) Johdatus laadulliseen tutkimukseen, Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä, 268 s.

Guay, M., Pang, C., Hestermann, C. & Montgomery, N. (2015) Magic Quadrant for Single-Instance ERP for Product-Centric Midmarket Companies, Gartner, Inc., verkkosivu. Saatavissa (viitattu 10.3.2016): <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2TW8BC5&ct=151211&st=sb>

Hannus, J. (1994) Prosessijohtaminen – Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky, Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä, 368 s.

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. (2009) Tuotettavuuden kehittäminen – Parempi tuotteisto useasta näkökulmasta, Teknologiateollisuus ry Tampere, 431 s.

Institute of Configuration Management. (2016) What is CMII?, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 13.5.2016): https://icmhq.com/cmii-configuration_management/

Kivelä, P. Järjestelmäinsinööri, Agco Power Oy. Haastattelut 1.9.2015 – 15.4.2016, Linnavuori.

Martio, A. (2015) Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta, Amartekno Oy Espoo, 304 s.

Paton, R.A. & McCalman, J. (2000) Change Management – A guide to effective implementation, SAGE Publications Ltd 280 s.

Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. (2002) PDM – Tuotetiedonhallinta, Edita Publishing Oy Helsinki, 169 s.

PTC University. (2013) Business Administration of Windchill PDMLink 10.2, PTC Arbortext 409 s.

PTC User Community. (2011) New Associations for CAD Documents to Parts in PDMLink, PTC Technical Specialists Newsletter May 2011, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 1.4.2016):

<https://www.ptcusercommunity.com/community/windchill/blog/2011/05/05/new-associations-for-cad-documents-to-parts-in-pdmlink>

Raunio, J., Hakala, E. Visma Software Oy. Haastattelu 26.4.2016, Tampere.

Sairanen, J. Järjestelmäinsinööri, Valtra Oy. Haastattelu 9.2.2016, Suolahti.

SAP Community Network. (2013) What is PI?, SAP Group, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 8.4.2016): <https://wiki.scn.sap.com/wiki/pages/viewpage.action?pageId=16263>

SAP Help Portal. (2015) Material Master Data, SAP Group, verkkosivu. Saatavissa (viitattu 11.3.2016):

https://help.sap.com/saphelp_erp60_sp/helpdata/en/75/ee0af555c811d189900000e8322d00/content.htm

SAP TERP10. (2013) SAP ERP – Integration of Business Processes, SAP AG 851 s.

Stevenson, W.J. (2011) Operations management, McGraw-Hill/Irwin New York, 908 s.

Susman, G.I. & Evered, R.D. (1978) An Assessment of the Scientific Merits of Action Research, Administrative Science Quarterly Vol. 23 No. 4, ss. 582-603.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. (2002) Tuotetiedonhallinta – PDM, Talentum Media Oy Helsinki, 201 s.

Terzi, S., Bouras, A., Dutta, D., Garetti, M. & Kiritsis, D. (2010) Product lifecycle management – from its history to its new role. International Journal of Product Lifecycle Management Vol. 4 No. 4, s. 360-389.

Tiainen, T., Aittoniemi, J., Haukijärvi, I. & Yli-Karhu, T. (2015) Toimintatutkimus tietojenkäsittelytieteen tutkimuksessa, Informaatitieteiden yksikön raportteja 38/2015, Informaatitieteiden yksikkö Tampereen Yliopisto, 28 s.

Tähtinen, S. (2005) Järjestelmäintegraatio – Tarve, Vaihtoehdot, Toteutus, Talentum Media Oy Helsinki, 217 s.

Watts, F. B. (2011) Engineering Documentation Control Handbook - Configuration Management and Product Lifecycle Management. Norwich, N.Y. 381 s.

LIITE A: MOOTTORIKOMPONENTTIEN NIMIKKEIDEN LUOKITTELU

Classification code	Attribute
ENG	Engine Components
ENG1	Base Engine
ENG1.1	Cylinder Block
ENG1.2	Cylinder Head
ENG1.2.1	Valve
ENG1.3	Crankshaft
ENG1.4	Connecting Rod
ENG2	Water Pump
ENG2.1	Body
ENG2.2	Pulley
ENG2.3	Thermostat housing
ENG3	Oil Pump
ENG3.1	Body
ENG3.2	Pipe
ENG3.2	Gasket
ENG4	Oil Sump
ENG4.1	Sump
ENG4.2	Gasket
ENG5	Flywheel Housing
ENG5.1	Housing
ENG5.2	Flywheel
ENG6	Oil Cooling System
ENG6.1	Oil Cooler
ENG6.2	Oil Filter
ENG7	Intake Air
ENG7.1	Intake Manifold
ENG7.2	Boost Pipe
ENG7.3	Gasket
ENG8	Exhaust Air
ENG8.1	Exhaust Manifold
ENG8.2	Gasket
ENG9	Turbo
ENG9.1	Turbo Charger
ENG9.2	Boost Pipe
ENG9.3	Cooling Pipe
ENG9.4	Oil Pipe
ENG10	Exhaust Aftertreatment
ENG10.1	EGR-Valve
ENG10.2	EGR Cooler
ENG10.3	EGR Pipe
ENG11	Fuel System
ENG11.1	Injector
ENG11.2	Fuel Rail
ENG11.3	Fuel Pump
ENG11.3.1	High Pressure Pump
ENG11.3.2	Distributor Pump
ENG11.4	Fuel Filter
ENG11.5	High Pressure Pipe
ENG11.6	Fuel Pipe
ENG12	Electronics
ENG12.1	Electronic Control Unit
ENG12.2	Wiring Harness
ENG12.3	Sensor
ENG12.4	Engine Heater
ENG12.5	Wire
ENG13	Accessories
ENG13.1	Starter Motor
ENG13.2	Dipstick
ENG13.4	Charger
ENG13.5	A/C Compressor
ENG13.6	Air Brake Compressor
ENG13.7	Paint
ENG14	Accessory Drive Belt
ENG14.1	Pulley
ENG14.2	Belt tensioner
ENG14.3	Belt
ENG15	Standard Parts (Global)

LIITE B: SIIRTOTIEDOSTOJEN MÄÄRITTELYTAULUKKO

Kentän nro	Kentän nimi Windchillissä (PDM)	Kentän pituus Windchillissä (PDM)	Kentän nimi Keyboxissa (ERP)	Kentän maksimipituus Keyboxissa (ERP)	Kentän pituus Keybox siirtotiedostossa	Onko tieto pakollinen	Kentän nimi SAPIssa (ERP)	Kentän maksimipituus SAPIssa (ERP)
1	Number	Merkkejä 40	Nimike	Merkkejä 10	Merkkejä 10	on	Material Number	Merkkejä 18
2	Name	Merkkejä 60	-	-	-	ei	N/A	-
3	Default Unit	Vetovalikko	Yksiköt /Varastointi	Vetovalikko	-	on	Unit of Measure	Vetovalikko
4	Material Type	Vetovalikko	Nimiketyyppi	Vetovalikko	-	on	Material Type	Vetovalikko
5	Version	Merkkejä 2	Muutosaste	Merkkejä 1	Merkkejä 2	on	Revision	Merkkejä 2
6	State	Vetovalikko	Nimikkeen tila	Vetovalikko	-	on	x-plant status	Merkkejä 2
7	Description Local	Merkkejä 30	-	-	-	ei	Description	Merkkejä 40
8	Description Local Lang	Vetovalikko	-	-	-	ei	Language Key	Merkkejä 40
9	Description English	Merkkejä 30	Nimitys (kenttä1)	Merkkejä 20	Merkkejä 20	on	Description English	Merkkejä 40
10	Additional Description English	Merkkejä 30	Nimitys (kenttä2)	Merkkejä 20	Merkkejä 20	on	Additional Description English	Merkkejä 40
11	Additional Description Local	Merkkejä 30	-	-	-	ei	Additional Description Local	Merkkejä 40
12	Ei ole	-	Nimikeryhmä	Merkkejä 5	Merkkejä 5	on	Material Group	Merkkejä 9
13	Lab Office	Vetovalikko	-	-	-	ei	Lab Office	Vetovalikko
14	WEIGHT_KG	Merkkejä 21	-	-	-	ei	Net Weight	Merkkejä 13
15	Last Modified By	Merkkejä 6	-	-	-	ei	Last Modifier name	Merkkejä 12
16	Creator	Merkkejä 6	Tekijä	Merkkejä 3	Merkkejä 3	on	Creator	Merkkejä 12
17	Service Part	Vetovalikko	-	-	-	ei	Service Part	Merkkejä 12
18	Key Characteristic	Yes/No	-	-	-	ei	Key Char	Yes/No
19	Colorable	Yes/No	-	-	-	ei	Flag for coating (Y/N)	Yes/No
20	Soft Type	Vetovalikko	-	-	-	ei	CONFIGURABLE_FLAG	Yes/No
21	Gathering Part	Yes/No	-	-	-	ei	-	-
22	Assembly Mode	Vetovalikko	Nimiketyyppi	Vetovalikko	-	on	-	-
24	EXTERNALLY_MASTERCED	Yes/No	-	-	-	ei	-	-
25	Phantom Manufacturing Part	Yes/No	-	-	-	ei	-	-
26	Location	Tiedoston sijainti	-	-	-	ei	-	-

LIITE C: ATTRIBUUTTIIEN VERTAILUTAUUKOT

Default unit

Keyboxiin tulee luoda arvo ”??” joka muodostuu attribuutiksi tapauksissa, joissa Keyboxista ei löydy valmiiksi AGCO Part nimikkeeseen Default Unit –kenttää vastaavaa arvoa. Tällöin toiminnanohjausjärjestelmän nimikehallintaa käyttävä henkilö voi valita kenttään sopivan attribuutin.

Windchill Default Unit	Winchill Code	Keybox Arvo	SAP Code
each	ea	KP	EA
kilograms	kg	KG	KG
liters	l	L	L
meters	m	M	M
square meters	sq_m	M2	M2
cubic meters	cu_m	M3	M3
as needed	as_needed	KP	EA
inches	in	??	IN
square inches	sq_in	??	IN2
cubic inches	cu_in	??	IN3
cubic centimeters	cu_cm	??	CCM
centiliters	cl	??	CTL
centimeters	cm	CM	CM
square centimeters	sq_cm	??	CM2
Fluid ounces (US)	foz	??	OZA
feet	ft	??	FT
square feet	sq_ft	??	FT2
cubic feet	cu_ft	??	FT3
grams	g	G	G
gallons (US)	gal	??	GLL
hectoliter	hl	??	HL
pounds	lb	??	LB
milligrams	mg	??	MG
milliliters	ml	??	ML
millimeters	mm	??	MM
square millimeters	sq_mm	??	MM2
cubic millimeters	cu_mm	??	MMQ
ounces	oz	??	OZ

Material Type

Material Type HALB voi olla Keyboxissa tuote, osa tai ostettava osa. Tyyppi määräytyy tarkemmin Assembly Mode attribuutin perusteella. Material Type määrittää myös Soft type attribuutin. Attribuutti kertoo SAP-järjestelmään onko nimike konfiguroitava.

Windchill Material Type	Windchill Code	Keybox Nimiketyyppi	SAP Material Type
HALB	HALB	Assembly Mode määrittää	HALB
ROH	ROH	3-Materiaali tai ostettava osa	ROH
KMAT	KMAT	-	ZKMT

Assembly Mode

Windchill Assembly Mode	Keybox Nimiketyyppi	SAP Code
Separable	1-Tuote	-
Inseparable	2-osa	-
Component	3-Materiaali tai ostettava osa	-

State

Globaalilla muutostiedotteella ei voida syöttää In Work, Valid for Collaboration tai Under Review tiloissa olevia nimikkeitä järjestelmiin. Keyboxissa on alla olevien tilakoodien lisäksi useita muita eri elinkaaren tiloja, mutta niitä ei aseteta suunnittelun toimesta.

Windchill State	Windchill Code	Keybox XXX	SAP Lifecycle State
In Work	INWORK	-	0
Valid For Collaboration	VALIDFORCOLLABORATION	-	10
UnderReview	UNDERREVIEW	-	
App For Prototype	APPROVEDFORPROTOTYPE	3=TUOTEKEHITYKSESSÄ	20
App For Series	APPROVEDFORSERIES	6=SARJASSA	30
To be Service Only	TOBESERVICEONLY	V=VARAOSA TUOTANTO	80
To be Obsolete	TOBEOBSOLETE	7=TUOTANTOKÄYTTÖ PÄÄTTYMÄSSÄ	70
Obsolete	OBSOLETE	9=KÄYTTÖ LOPPUNUT	95

Key Characteristic

Key Characteristic määrittää nimikkeelle KCL luokituksen, joka kertoo nimikkeen kriittisyyden tuotteen turvallisuuden kannalta. Keyboxissa ei ole attribuuttikenttää turvallisuusluokitukselle.

Windchill Key Characteristic	Keybox	SAP Code
0	-	00
1	-	01
2	-	02
9	-	00

Service Part

Attribuutti kertoo onko nimike huollettavissa. Keybox ei tunnista attribuuttia.

Windchill Service Part	Keybox	SAP Code
Could be Serviced	-	3
Service Part	-	1
Non Serviceable Part	-	2

Local Lang

Attribuutti kertoo kielen, jolla Description Local kentät on täytetty. Keybox ei tunnista attribuuttia.

Windchill Local Lang	Keybox XXX	SAP Code
ZH	-	ZH
FI	-	FI
FR	-	FR
DE	-	DE
IT	-	IT
PT	-	PT

Lab Office

Attribuutti kertoo toimipisteen, jonka omistuksessa nimike on. Tieto siirretään myös SAP-toiminnanohjausjärjestelmään, koska nimikkeitä käytetään eri toimipisteissä. Keybox ei tunnista attribuuttia.

Windchill Lab Office	Windchill Code	Keybox	SAP Code
ENG Beloit	BE1	-	BE1
ENG Breganze	BR1	-	BR1
ENG Beauvais	BV1	-	BV1
GIMA	BV3	-	BV3
ENG Grubbenvorst	GR1	-	GR1
ENG Hesston	HE1	-	HE1
ENG Hohenmölsen	HM1	-	HM1
ENG Ibiruba	IB1	-	IB1
ENG Jackson	JA11	-	JA11
ENG Mogi	MG1	-	MG1
ENG Canoas	CA1	-	CA1
ENG China Changzhou	CH1	-	CH1
ENG Duluth	AT1	-	AT1
ENG Yangzhou	YA1	-	YA1
ENG Linnavuori	LI1	-	LI1
ENG Marktoberdorf	MO1	-	MO1
ENG Randers	RA1	-	RA1
ENG Suolahti	SU1	-	SU1

Creator ja Last Modifier

Kenttään määritetään nimikkeen tekijän ja revisioitaessa muokkaajan käyttäjätunnus. Agco Powerin tunnistetaulukkoa ei esitetä diplomityön yhteydessä. Keybox ei tunnista Last Modifier attribuuttia.

Material Group (SAP) / Nimikeryhmä (Keybox)

Attribuutille ei pysty määrittämään arvoa Windchillissä, joten attribuutille määräytyy tietty vakioarvo nimikettä luodessa (esimerkiksi 99999). Nimikeryhmä vaihdetaan manuaalisesti ennen tilauksen tekemistä.

LIITE D: SAP-INTEGRAATION TUTKIMUSRAPORTTI

Tutkimusraportissa on esitetty tutkimuksen eri vaiheet suoritusjärjestyksessä.

1. Integroitavien rakenteiden suunnittelu, muodostaminen ja konfigurointi (Kuva 29). (11-13.4.2016)
2. LIN_POWER_HEADER Header Partin alle luotu SAP-jakelukohdetta varten alirakenne AP_NOK_SAP_TEST. (13.4.2016)
3. SAP ECC jakelukohde määritetty AP_NOK_SAP_TEST nimikkeelle. (13.4.2016)
4. Rakenteet linkitetty SAP jakelukohdetta varten luotuun alirakenteeseen AP_NOK_SAP_TEST (Kuva 30). (13.4.2016)
5. Muutospyyntö (ECR) luotu muutosilmoituksia varten. (13.4.2016)

Actions

Change Request - **ECR134581**

Implementation

Details

Process

History

Relationship Explorer

Action Items

Attributes

More Attributes

Attachments

Annotations

Affected Objects

Affected End Items

Issues and Variances

Change Notices

Attributes

Name:

AGCO POWER SAP-INTERFACE TEST

Reason for Change:

New Product

Constraint Introduction Date:

Description:

ECR for Agco Power SAP-interface testing

REQUESTER_NAME:

Jouni Marttila

REQUESTER_CONTACT:

jouni.marttila@agcocorp.com

BVS_PRODUCT_RANGE:

blank

DEPARTMENT:

Engineering / Design

PROJECT_CODE:

Change Admin I:

g_NOK_ECN_creators

Proposed Solution:

Business Attributes

Constraint Introduction Date:

REQUESTER_NAME:

Jouni Marttila

REQUESTER_CONTACT:

jouni.marttila@agcocorp.com

BVS_PRODUCT_RANGE:

blank

DEPARTMENT:

Engineering / Design

PROJECT_CODE:

Process

Context:

AGCO Global Change

Target Engineering Release Date:

Complexity:

Fast Track

Resolution Date:

Request Priority:

Normal

System

Team Name:

Change Request Team

Owning Header:

LIN_POWER_HEADER

Life Cycle:

AGCO Change Request Life Cycle

Modified By:

Marttila, Jouni

Template:

Location:

/AGCO Global Change/Engineering Change Requests

Last Modified:

2016-04-19 09:39 CEST

Created By:

Marttila, Jouni

Created On:

2016-04-13 14:27 CEST

6. ECN 1 luotu koosteiden integrointia varten. (19.4.2016)

- a. Koosteet määritetään manuaalisesti ”in work” –linkaarentilaan, koska muutosilmoituksella voidaan julkaista ainoastaan muokattava –tilassa olevia objekteja.

Actions

Change Notice - **ECN131763**

Plan Approval

Details

Implementation Plan

Process

History

Relationship Explorer

Action Items x

V

Attributes

More Attributes

Attachments

Change Summary

Related

Supplier Parts and Documents

Change Requests

Attributes

Name:

AGCO POWER SAP-INTERFACE TEST ECN 1

Change Admin ID:

g_NOK_ECN_creators

Description:

ECN 1 for Agco Power SAP-interface testing.

Business Attributes

BUSINESS_GROUP:

BVS_PRODUCT_RANGE:

blank

PROJECT_CODE:

INP

ECN_TYPE:

New Product Release

SOLUTION_DESCRIPTION:

ECN includes KOOS assemblies. These assemblies will be used in structures which will be integrated to SAP.

Reason for Change:

New Product

PRIORITY:

Normal

Constraint Introduction Date:

DEPARTMENT:

Engineering / Design

REQUESTER_NAME:

Jouni Marttila

REQUESTER_CONTACT:

jouni.marttila@agcocorp.com

First Application On:

Prototype

Maturity Level:

Production

HAS_PROTO:

Process

Context:

AGCO Global Change

Target Engineering Release Date:

2016-04-22

Complexity:

Fast Track

Resolution Date:

System

Team Name:

Change Notice Team

Owning Header:

LIN_POWER_HEADER

Location:

/AGCO Global Change/Engineering Change Notices

Modified By:

Marttila, Jouni

Created By:

Marttila, Jouni

Last Modified:

2016-04-19 11:31 CEST

Created On:

2016-04-19 11:22 CEST

- b. Muutosilmoitus ei mennyt järjestelmästä läpi, vaan ilmoitti seuraavat ongelmat (Järjestelmässä termillä: Release Conflicts):
 - i. Kaikkien KOOS- tuoterakenteiden CAD-mallit puuttuvat muutosilmoituksesta. Julkaisuun tulee liittää kaikki WTPartteihin liittyvät objektit ennen julkaisua.
 - ii. Kaikkien koosteiden sisältämien nimikkeiden tulee olla sarjatilassa, jos koosteet halutaan julkaista sarjatilaan. Tällä hetkellä 150

- nimikettä on App For Prototype –linkaarentilassa. Testiä varten nimikkeet käännetään App For Series –tilaan.
- iii. Kaikilla KOOS-tuoterakenteilla ei ole määritetty alirakenteen rivinumeroita. Rivinumerot lisättävä ennen julkaisua.
 - iv. Kaikilla koosteilla ei ole täytetty SAP ERP-järjestelmän vaatimia attribuutteja. Attribuutit lisättävä ennen julkaisua.
- c. Huomioita: Jos todellisessa tuotantokannan SAP-integraatiossa kaikki rakenteet aiotaan julkaista yhden muutosilmoituksen avulla, niin voi ongelmatilanteet kasaantua liian suureksi. Lisäksi muutosilmoitus etenee todella hitaasti jo testissä olevien koosteiden sisältämillä tiedoilla, joten suositteisin jakamaan tuoterakenteet useisiin muutosilmoituksiin.
7. ECN 1 ongelmat korjattu lähetetty eteenpäin. (20.4.2016)
- a. ESI Release suoritetaan vasta Valtra Oy:n luvan yhteydessä.
8. ECN 2 luotu tuoterakenteiden integrointia varten. (20.4.2016)

Change Notice - ECN131764		Under Review
Details Implementation Plan Process History Relationship Explorer Action Items x Wincom x		
Attributes More Attributes Attachments Change Summary Related Supplier Parts and Documents Change Requests		
Attributes		
Name:	AGCO POWER SAP-INTERFACE TEST ECN 2	
Change Admin II:	g_NOK_ECN_creators	
Description:	ECN for Agco Power SAP-interface testing. This ECN includes product structures.	
Business Attributes		
BUSINESS_GROUP:		
BVS_PRODUCT_RANGE:	blank	
PROJECT_CODE:	INP	
ECN_TYPE:	Current Product Change	
SOLUTION_DESCRIPTION:	ECN includes 3 product structures which are:	
	1. Old product structure 2. Configurable Super eBOM structure 3. Configured product variant	
Reason for Change:	New Product	
PRIORITY:	Normal	
Constraint Introduction Date:		
DEPARTMENT:	Engineering / Design	
REQUESTER_NAME:	Jouni Marttila	
REQUESTER_CONTACT:	jouni.marttila@agcocorp.com	
First Application On: Prototype	Production	
Maturity Level:		
HAS_PROTO:		
Process		
Context:	AGCO Global Change	Target Engineering 2016-04-22
		Release Date:
Complexity:	Fast Track	Resolution Date:
System		
Team Name:	Change Notice Team	
Owning Header:	LIN_POWER_HEADER	
Location:	/AGCO Global Change/Engineering Change Notices	Modified By: Marttila, Jouni
Created By:	Marttila, Jouni	Last Modified: 2016-04-21 06:44 CEST
Created On:	2016-04-20 12:09 CEST	

- a. Muutosilmoitusta luodessa tulleita ongelmatilanteita:
 - i. Vanha tuoterakenne oli sarjatilassa, joten se käännettiin muokattavaan tilaan. Tämän avulla rakenne voidaan julkaista muutosilmoituksella sarjatilaan.
 - ii. Konfiguroitavalla tuoterakenteella on oma Life Cycle Template. Template määrittää elinkaarentilojen mahdolliset muutokset muutosilmoituksen aikana. Tälle konfiguroidun tuotteen templatelle ei ole konsernissa tehty tarvittavia määrytyksiä, jotta rakenne julkaista sarjaan muutosilmoituksen avulla.
 - iii. Tuotteen template vaihdettu AGCO Design Lifecycleen, jotta rakenne voidaan julkaista.
 - iv. Konfiguroitavan tuoterakenteen moduulit eivät olleet sarjatilassa. Moduulit korjattu sarjatuotanto –tilaan.
9. ECN 1 ESI Release lupa saatu Valtralta ja muutosilmoitus lähetetty SAP-testikantaan (20.4.2016)
10. Muutosilmoitus ECN 1 jumittui Pending-tilaan Enterprise Systems Transactions Administration –sovelluksen mukaan. (20.4.2016)
 - a. Selvityksen perusteella Pending-tila johtuu testijärjestelmien välille luodun integraation häiriöstä. SAP-testijärjestelmä on luotu siten, että se pystyy vastaanottamaan muutosilmoituksia useista eri testiympäristöistä. Järjestelmä on kuitenkin asetettu vastaamaan muutosilmoituksen vastaanotosta ainoastaan Windchill Pre-Production ympäristöön. Testiosuus suoritettiin Windchill dev2-testiympäristöön, koska se on suunniteltu konfiguroitavan tuoterakenteen käsittelyyn.
 - b. Pending-tila jää Windchill-testiympäristöön, mutta järjestelmäintegraatio toimii silti halutulla tavalla.
11. ECN 2 ESI Release suoritettu ja rakenteet lähetetty SAP-testikantaan. (25.4.2016)
 - a. Myös ECN 2 Pending-tilassa, mutta tämä ei vaikuta integraation testaukseen.
12. Valtra Oy vastasi, että muutosilmoitukset on vastaanotettu SAP-testiympäristöön onnistuneesti. (26.4.2016)
 - a. Käytössä oleva tuoterakenne sekä PDM-järjestelmässä konfiguroitu tuotevariantti läpäisivät testin täydellisesti. Konfiguroitava tuoteperherakenne (super eBOM) ei läpäissyt rajapintaa. Syynä epäonnistumiseen on PDM-järjestelmän konfiguroitavalla tuotteella sekä konfiguroitavalla moduulilla olevat puutteelliset attribuutit. Objektit eivät sisällä kaikkia SAP ERP-järjestelmän vaatimia attribuutteja, jonka takia PI-adapter ei lähetä rakenteita eteenpäin.
13. Testi onnistui tavoitteiden mukaisesti. (26.4.2016)

14. SAP-testiympäristön vastaanottaman ECN131763-muutosilmoituksen luomat rakenteet esitetty alla olevassa kuvassa (luottamuksellisia tietoja peitetty):

Display Change Master: Material BOM: Overview

Change number: ECN131763 AGCO POWER SAP-INTERFACE TEST ECN 1

Change Master Without Release Key

Objects Document Material Mat. BOM

BOM display

Material	Pint	BOM Usg	Description	LText	Material description	Valid From	Alternative date	Lock
836124197K	ENG0	2			...	20.04.2016		
836329631K	ENG0	2			...	20.04.2016		
836655309K	ENG0	2			...	20.04.2016		
836847994K	ENG0	2			...	20.04.2016		
894883222	ENG0	2			...	20.04.2016		
894883209	ENG0	2			...	20.04.2016		
895083208	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510027	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510055	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510073	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510074	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510134	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510369	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510395	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510439	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510512	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510603	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510614	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510718	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510814	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510851	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510852	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510855	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510908	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510922	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510956	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0510977	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511022	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511030	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511045	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511051	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511053	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511078	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511083	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511090	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511092	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511130	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511150	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511155	ENG0	2			...	20.04.2016		
KD0511161	ENG0	2			...	20.04.2016		

15. SAP-testiympäristön vastaanottama konfiguroidun tuotevariantin ACW1032100 BOM esitetty alla olevassa kuvassa (luottamuksellisia tietoja peitetty):

Display material BOM: General Item Overview

Material: ACW1032100 PRECONIF MATERIAL VARIANT FOR SAP TEST

Plant: ENG0 ENG VC Simulation Plant

Alternative BOM: 1

Material Document General

Item	Component	Component description	Qus	Un	As	Str	Valid From	Valid to	Change No.	Ph	Item ID	Chg No.	G	Fix	Lo
9010 L	825083208		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000042				
9020 L	KD0510027		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000036				
9030 L	KD0510055		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000031				
9040 L	KD0510134		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000026				
9050 L	KD0510603		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000021				
9060 L	KD0510614		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000017				
9070 L	KD0510851		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000013				
9080 L	KD0510852		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000006				
9090 L	KD0510977		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000002				
9100 L	KD0511053		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000045				
9110 L	KD0511078		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000039				
9120 L	KD0511083		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000034				
9130 L	KD0511092		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000029				
9140 L	KD0511092		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000025				
9150 L	KD0511130		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000019				
9160 L	KD0511155		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000015				
9170 L	KD0511183		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000009				
9180 L	KD0511184		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000004				
9190 L	KD0511189		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000049				
9200 L	KD0511201		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000043				
9210 L	KD0511309		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000037				
9220 L	KD0511312		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000032				
9230 L	KD0511360		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000027				
9240 L	KD0511361		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000022				
9250 L	KD0511378		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000016				
9260 L	KD0511391		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000012				
9270 L	KD0511397		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000007				
9280 L	KD0511489		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000003				
9290 L	KD0511523		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000046				
9300 L	KD0511587		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000040				
9310 L	KD0520050		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000035				
9320 L	KD0521678		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000030				
9330 L	KD0530008		1	EA			25.04.2016	31.12.9999	ECN131764		00000024				

Position: Initial Entry 1 / 49

Q02 (1) 600 saplcp02001

LIITE E: WINDCHILL - KEYBOX HAASTATTELURAPORTTI

Selvitys Windchill - Keybox integraatiosta toimii osana Jouni Marttilan diplomityötä.

Vismalla käytyjen keskustelujen perusteella Windchill – Keybox integraation muodostaminen on mahdollista. Integraatio vaatii seuraavia toimenpiteitä:

KEYBOX

1. Kanta on siivottava (aktiiviset ja käytöstä poistetut rakenteet).
2. Nimikkeen luonti tarvitsee PDM-järjestelmästä määrättyt attribuuttitiedot sekä luokittelevan tiedon. (Esim. osto-osa, moottori)
3. Moottorirakenne muutetaan yksitasoiseksi, jolloin koosteet poistetaan käytöstä.
 - a. Tämä mahdollistaa tuoterakenteiden hallitsemisen PDM-järjestelmästä lähetettävän siirtotiedoston avulla.
 - b. Koosteiden revisiot tekevät käytössä olevasta tuoterakenteesta hankalan hallittavan PDM-järjestelmän avulla.
4. Keyboxissa eri organisaatiot pystytään huomioimaan Windchillin distribution targettien avulla.
5. Numerorevisiot voidaan ottaa käyttöön, kunhan Keyboxin muutoksenhallintaa ei tarvitse käyttää.
 - a. Myös ACW numerot voidaan ottaa käyttöön, koska rakennemallille voidaan määrittää 15 merkkiä. (ACW numerossa 10 merkkiä, joista viimeinen suffix)

WINDCHILL

1. Siirtotiedoston määrittelytaulukkoon kerättävä tiedot attribuuteista, jotka lisätään uudelle nimikkeelle nimikkeen luomisen yhteydessä. Samalla voidaan karsia PDM-järjestelmässä hallittavia tietoja Keyboxin nimikkeen tiedoista (Esim. teki-jä).
2. Luokittelu on saatava käyttöön nimikkeelle.
3. Konfiguroitavien rakenteiden luonti. Rakenne luotava siten, että Keyboxiin lähetettävä konfiguroitu tuotevariantti on yksitasoinen.
4. Distribution targetit määritettävä kaikille Keybox organisaatioille.
5. Valmiina järjestelmässä oleva XML-tiedosto ei käy suoraan integraatioon
 - a. XML-tiedostossa on oltava kaikki moottoriluettelon vaatimat osat myös muutoksen yhteydessä.

AIKATAULU

- Alustavan arvion mukaan integraatio voitaisiin aikaisintaan suorittaa keväällä 2017
 - Distribution targettien ja XML-tiedoston määrittelyyn vaaditaan Agcon globaalin IT:n tuki.
 - Windchill tuotekonfiguraattori on toiminnassa varmasti vasta vuoden 2017 alusta.
- Visman arvion mukaan integrointiin vaaditaan noin 6 viikkoa.